

Diogo Grotto Pretto

**ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE UMA ESTAÇÃO DE EMBARQUE EM
CORREDOR DE BRT NA REGIÃO METROPOLITANA DE FLORIANÓPOLIS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Curso de
Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina
para a obtenção do Grau de Engenheiro Civil.
Orientadora: Prof^a. Dra. Liseane Padilha Thives

Florianópolis, SC.
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Pretto, Diogo

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE UMA ESTAÇÃO DE
EMBARQUE EM CORREDOR DE BRT NA REGIÃO METROPOLITANA DE
FLORIANÓPOLIS / Diogo Pretto ; orientadora, Liseane Padilha
Thives - Florianópolis, SC, 2016.

82 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.
Graduação em Engenharia Civil.

Inclui referências

1. Engenharia Civil. 2. Bus Rapid Transit (BRT). 3.
Transporte Coletivo. 4. Mobilidade Urbana. 5. Estação de
BRT. I. Padilha Thives, Liseane. II. Universidade Federal
de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III.
Título.

Diogo Grotto Pretto

**PROPOSTA DE ALTERAÇÕES AO PROJETO ORIGINAL DE UMA ESTAÇÃO DE BRT
NA REGIÃO METROPOLITANA DE FLORIANÓPOLIS**

Este trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de grau de Bacharelado em Engenharia Civil.

Florianópolis, novembro de 2016.

Prof. Luis Alberto Gómez, Dr.

Coordenador do Curso



Profª. Liseane Padilha Thives, Drª.

Orientadora

Banca Examinadora:

Prof. João Victor Staub de Melo, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Werner Kraus Junior, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Dilceu e Ângela, por mostrarem o caminho dos estudos como modo de alcançar meus objetivos, pelo apoio, carinho e atenção.

À minha companheira Caroline Dassoler, por me trazer tranquilidade nos momentos mais difíceis e por me ajudar a organizar ideias, me ouvindo explicar cada detalhe desse trabalho.

Ao meu irmão Giorgio pela ajuda nos momentos finais do trabalho.

A todos do projeto NeoTrans, especialmente ao Werner, Célio, Kaliu, Geruza, Guilherme, Dudu, David, Melina, Danielle e Lesy por toda ajuda e conselhos que fizeram esse trabalho ganhar corpo.

À minha orientadora, Prof. Dr^a. Liseane Padilha Thives, pelos comentários e dicas que melhoraram muito meu trabalho.

À professora Dr^a. Luciana Rohde pela indicação do tema e ajuda no projeto de TCC.

À FAPESC pela bolsa de estudos.

A todos que me influenciaram de alguma forma para que eu chegasse até aqui.

RESUMO

A cidade de Florianópolis sofre com problemas de mobilidade decorrentes de uma falta de planejamento urbano e transporte coletivo de baixa qualidade. Uma das soluções criadas para lidar com esse problema é a implementação do sistema de *Bus Rapid Transit* (BRT), definido em um estudo realizado pelo Plano de Mobilidade Urbana Sustentável da Grande Florianópolis (PLAMUS) como o sistema com maior viabilidade para a região metropolitana de Florianópolis. Um sistema de BRT completo possui configurações que o tornam um transporte coletivo de alta qualidade. Por ser o primeiro contato do passageiro com esse sistema, as estações desempenham uma função importante em sua operação. Neste trabalho será analisada uma das estações de BRT no corredor da Rua Deputado Antônio Edu Vieira e serão propostas alterações ao projeto da Prefeitura Municipal de Florianópolis (PMF) sendo visada a facilitação do acesso à estação pelos pedestres; melhoria na operação do sistema de BRT nessa estação; adição de tecnologias sustentáveis à estação; redução do custo da estação; e incentivo do transporte ativo.

Palavras-chave: *Bus Rapid Transit* (BRT). Transporte Coletivo. Mobilidade Urbana. Estação de BRT.

ABSTRACT

The city of Florianópolis suffers from mobility problems due to a lack of urban planning and a low quality public transport. One of the solutions created to deal with this problem is the implementation of a Bus Rapid Transit (BRT) system, defined in a study made by *Plano de Mobilidade Urbana Sustentável da Grande Florianópolis* (PLAMUS) as the system with most practicability for the Florianópolis metropolitan region. A full BRT system has settings that make him a public transport with high quality. As the first contact of the passenger with this system, the stations play an important role in his operation. This work will analyze one of the BRT stations in the corridor at *Deputado Antônio Edu Vieira* street and propose changes to the project made by *Prefeitura Municipal de Florianópolis* (PMF), aiming to facilitate the access from pedestrians to the station; improvements in the BRT system operation in this station; addition of sustainable technologies to the station; cutback in the cost of the station; and incentive of the public transport.

Keywords: Bus Rapid Transit (BRT). Public Transport. Urban Mobility. BRT Station.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Crescimento da Frota de Automóveis nos Municípios da Grande Florianópolis em julho de cada ano.....	13
Tabela 2 – Habitantes por veículo para a cidade de Florianópolis	14
Tabela 3 - Número de cidades e passageiros transportados por ano no sistema de BRT	24
Tabela 4 - Opções de veículos para corredores troncais	33
Tabela 5 - Linhas que passam no cruzamento em frente à Dona Benta	48
Tabela 6 – Divisão modal no Cenário Base nos anos de 2015 e 2020	51
Tabela 7 – Divisão modal no cenário BRT + Orientado no ano de 2020	52
Tabela 9 - Somatório de embarque e desembarque no período das 7:25 às 8:25 das linhas de ônibus que cruzam a região da estação	55
Tabela 10 - Número de partidas de linhas de ônibus que passam pelo cruzamento em frente ao restaurante Dona Benta com origem a Rua Delfino Conti e destino a Rua João Pio ...	58
Tabela 11 - Número de partidas de linhas de ônibus que passam pelo cruzamento em frente ao restaurante Dona Benta com origem a Rua Delfino Conti e destino a Avenida Beira Mar Norte	59
Tabela 12 - Número de partidas de linhas de ônibus que passam pelo cruzamento em frente ao restaurante Dona Benta com origem a Rua João Pio Duarte Silva e destino a Rua Delfino Conti	60
Tabela 13 - Número de partidas de linhas de ônibus que passam pelo cruzamento em frente ao restaurante Dona Benta com origem a Rua João Pio Duarte Silva e destino a Rua Edu Vieira.....	61
Tabela 14 - Número de partidas de linhas de ônibus que passam pelo cruzamento em frente ao restaurante Dona Benta com origem a Rua Edu Vieira e destino a Rua Delfino Conti.	63
Tabela 15 - Número de partidas de linhas de ônibus que passam pelo cruzamento em frente ao restaurante Dona Benta com origem a Avenida Beira Mar Norte e destino a Rua João Pio	64
Tabela 16 – Resultado da modificação do cruzamento nos trajetos percorridos pelas linhas de ônibus	65
Tabela 17 – Redução no trajeto das linhas de ônibus com a modificação do cruzamento	65
Tabela 18 – Valores de manobrabilidade para ônibus padrão, articulado e biarticulado ...	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Deterioração do asfalto devido ao peso dos veículos no corredor de BRT na via de Jacarta	21
Figura 2 - Pavimento de concreto armado na via exclusiva do BRT de Lima, no Peru	21
Figura 3 – Blocos separadores para impedir o acesso à via exclusiva de BRT	22
Figura 4 – Estação central e configuração das linhas de ônibus	23
Figura 5 - Largura mínima recomendada por tipo de faixa em metros	23
Figura 6 – Estação em forma de tubo e ônibus vermelho em Curitiba	25
Figura 7 - Custo de infraestrutura e equipamentos por quilômetro em dólares	27
Figura 8 - Bicicletas compartilhadas em Yichang	29
Figura 9 - Terminais, corredores de BRT e faixas exclusivas de ônibus	32
Figura 10 - Formação de filas em estação com ausência de faixa de ultrapassagem, embarque em nível e pré-pagamento de tarifa	34
Figura 11 - Estacionamento para bicicletas na estação Delft Central Station na Holanda	36
Figura 12 - Sistema Quad Hi-Density Bike Rack	36
Figura 13 - Dimensões e opções de suporte de um paraciclo em formato de “U” invertido	36
Figura 14 – Projeto arquitetônico de uma estação de BRT em forma de ônibus	39
Figura 15 - Localização da Estação de BRT em Estudo	41
Figura 16 – Estações de BRT previstas no projeto de duplicação da Rua Deputado Antônio Edu Vieira elaborado pela PMF	42
Figura 17 – Planta de situação sobre imagem aérea elaborada pela PMF da estação de BRT da Dona Benta e seu entorno	43
Figura 18 – Ligação entre as baias de embarque da estação Dona Benta	43
Figura 19 – Travessia de pedestres no projeto da PMF	44
Figura 20 - Imagem aérea da região de implementação da estação Dona Benta no cenário atual	44
Figura 21 - Pontos com maior frequência de linhas e/ou número de viagens por transporte coletivo selecionados para a pesquisa sobre-desce	46
Figura 22 - Linhas de ônibus no entorno do campus da UFSC Trindade	47
Figura 23 - Soma dos embarques e desembarques em diferentes períodos	49
Figura 24 - Soma de Embarques e Desembarques das linhas de ônibus que cruzam a região de implementação da estação de BRT, dividido por período	49
Figura 25 - Distribuição das viagens por modo de transporte na zona 11071	50
Figura 26 - Capacidade de corredores de BRT	55
Figura 27 – Trajeto linha UFSC Semidireto	56
Figura 28 - Trajeto da linha TIKAN-TITRI Via UFSC na Bacia do Itacorubi	57
Figura 29 - Trajeto das linhas de ônibus que passam pelo cruzamento em frente ao restaurante Dona Benta com origem a Rua Delfino Conti e destino a Rua João Pio	59
Figura 30 - Trajeto das linhas de ônibus que passam pelo cruzamento em frente ao restaurante Dona Benta com origem a Rua Delfino Conti e destino a Beira Mar Norte	60
Figura 31 - Trajeto das linhas de ônibus que passam pelo cruzamento em frente ao restaurante Dona Benta com origem a Rua João Pio e destino a Rua Delfino Conti	61

Figura 32 - Trajeto das linhas de ônibus que passam pelo cruzamento em frente ao restaurante Dona Benta com origem a Rua João Pio e destino a Rua Edu Vieira	62
Figura 33 - Trajeto das linhas de ônibus que passam pelo cruzamento em frente ao restaurante Dona Benta com origem a Rua Edu Vieira para a Rua Delfino Conti	63
Figura 34 - Trajeto das linhas de ônibus que passam pelo cruzamento em frente ao restaurante Dona Benta com origem a Avenida Beira Mar Norte e destino a Rua João Pio	64
Figura 35 – Raio externo entre paredes (Re); raio externo entre guias (Reg); e raio interno entre guias (Ri) de um veículo	66
Figura 36 – Espaço ocupado por um ônibus biarticulado com origem a Avenida Beira Mar Norte e destino a Rua Delfino Conti	66
Figura 37 - Espaço ocupado por um ônibus biarticulado com origem a Rua Deputado Antônio Edu Vieira e destino a Rua Delfino Conti.....	67
Figura 38 – Espaço ocupado por um ônibus padrão com origem a Rua Deputado Antônio Edu Vieira e destino a Rua João Pio Duarte Silva	68
Figura 39 – Espaço ocupado por um ônibus biarticulado com origem a Rua Delfino Conti e destino a Avenida Beira Mar Norte	69
Figura 40 – Espaço ocupado por um ônibus padrão com origem a Rua João Pio Duarte Silva e destino a Avenida Beira Mar Norte	70
Figura 41 – Espaço ocupado por um ônibus padrão com origem a Avenida Beira Mar Norte e destino a Rua João Pio Duarte Silva	70
Figura 42 – Bicicletário ao lado da estação	72
Figura 43 – Travessia de pedestres escalonada em meia quadra	73
Figura 44 – Portões de acesso; piso tátil; e cabine de pagamento.....	74
Figura 45 – Portas automáticas e bancos.....	75

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Viagens Motorizadas no ano de 2016 para a Zona 11071	50
Equação 2 – Viagens Motorizadas no ano de 2020 no Cenário Base para a Zona 11071	51
Equação 3 – Crescimento das viagens por transporte coletivo entre os anos 2015 e 2020	51
Equação 4 – Viagens por transporte coletivo no ano de 2020 no Cenário Base	51
Equação 5 – Aumento das viagens por transporte coletivo do Cenário Base para o Cenário Orientado	52
Equação 6 – Viagens por transporte coletivo no ano de 2020 no Cenário Orientado	52
Equação 7 – Crescimento das viagens por transporte coletivo entre os anos de 2020 e 2040 no Cenário Orientado	53
Equação 8 – Viagens motorizadas no ano de 2040 no Cenário Orientado	53
Equação 9 – Crescimento das viagens por transporte coletivo entre os anos de 2020 e 2040	53
Equação 10 – Viagens por transporte coletivo no ano de 2040 no Cenário Orientado	54
Equação 11 – Capacidade do corredor exclusivo de ônibus em um sistema de BRT	54
Equação 12 – Trajeto adicional a ser realizado pelas linhas de ônibus	58
Equação 13 – Redução no trajeto total com a modificação no cruzamento	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BB – Banco do Brasil

BEIRA MAR – Avenida Beira Mar Norte

BU – Biblioteca Universitária

BRT – *Bus Rapid Transit*

CAPEX – *Capital Expenditure*

CCO – Centro de Controle Operacional

CDS – Centro de Desportos

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito

EDU VIEIRA – Rua Deputado Antônio Edu Vieira

FTA – *Federal Transit Administration*

GPS – *Global positioning system*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INEP – Instituto de Eletrônica de Potência

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

ITDP – *Institute for Transport & Development Policy*

JOÃO PIO – Rua João Pio Duarte Silva

PHP – Passageiros Hora Pico

PLAMUS – Plano de Mobilidade Urbana Sustentável da Grande Florianópolis

PMF – Prefeitura Municipal de Florianópolis

PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

PROSUL - Projetos, Supervisão e Planejamento

Qgis – *Quantum Gis*

RIT – Rede Integrada de Transporte

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SIM – Sistema Integrado de Mobilidade

STA – *Sustainable Transport Award*

TCRP – *Transit Cooperative Research Program*

TICAN – Terminal Integrado de Canas Vieiras

TICEN – Terminal Integrado do Centro

TILAG – Terminal Integrado da Lagoa da Conceição

TIRIO – Terminal Integrado do Rio Tavares

TISAN – Terminal Integrado de Santo Antônio de Lisboa

TITRI – Terminal Integrado da Trindade

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

URBS – Urbanização de Curitiba S/A

VLT – Veículo Leve Sobre Trilhos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1 OBJETIVO GERAL.....	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.3 LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	16
1.4 MÉTODO.....	17
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1 SISTEMA DE BUS RAPID TRANSIT (BRT).....	19
2.2 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO BRT	23
2.2.1 REDE INTEGRADA DE TRANSPORTE (RIT) DE CURITIBA	24
2.2.2 TRANSMILENIO DE BOGOTÁ.....	26
2.2.3 INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS: CHINA E MÉXICO	27
2.3 PLANO DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL DA GRANDE FLORIANÓPOLIS (PLAMUS)	29
2.4 ESTAÇÕES	32
3. MATERIAIS E MÉTODO	41
3.1 MATERIAIS	41
3.2 MÉTODO	45
4. RESULTADOS	71
5. CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES.....	77
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	77

1. INTRODUÇÃO

Nas áreas metropolitanas brasileiras constata-se uma ausência de planejamento urbano adequado, o que resulta em um desequilíbrio na distribuição das funções urbanas. Segundo dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), residentes de cidades metropolitanas brasileiras levam, em média, 40,8 minutos no trajeto de ida ao trabalho. Isso significa que os cidadãos dessas cidades dispendem de um alto tempo de deslocamento, fato esse que causa uma significativa redução na qualidade de vida da população por conta do aumento do tempo de viagem (CARVALHO *et al*, 2013).

A Grande Florianópolis, composta pela conurbação da capital de Santa Catarina com treze municípios vizinhos, nos últimos dez anos, sofreu um aumento de 80% da frota de automóveis registrados (Tabela 1). A cidade com menor aumento foi Florianópolis, com 57%, entretanto em valores brutos teve o maior aumento na frota de automóveis (Tabela 1). Isso mostra um grande número de carros circulando na região e a preferência do transporte individual motorizado, com 2,20 habitantes para cada veículo no ano de 2016 (Tabela 2). Esse alto número de automóveis aliado a viagens pendulares da região da Grande Florianópolis em direção à capital gera congestionamentos nos principais acessos.

Tabela 1 - Crescimento da Frota de Automóveis nos Municípios da Grande Florianópolis em julho de cada ano

Município	Frotas Automóveis		Aumento (%)
	2006	2016	
Águas Mornas	1129	2306	104%
Angelina	959	1773	85%
Anitápolis	536	1017	90%
Antônio Carlos	1548	3168	105%
Biguaçu	9700	22784	135%
Florianópolis	138100	217020	57%
Governador Celso Ramos	1712	3954	131%
Palhoça	23148	59192	156%
Rancho Queimado	601	1121	87%
Santo Amaro da Imperatriz	4087	8950	119%
São Bonifácio	687	1109	61%
São José	47465	91840	93%
São Pedro de Alcântara	790	1460	85%
Grande Florianópolis	232468	417710	80%

Fonte: Adaptado de DENATRAN, 2016.

Tabela 2 – Habitantes por veículo para a cidade de Florianópolis

Ano	Frotas Automóveis	População	Habitantes por veículo
2006	138100	396723	2,87
2016	217020	477798	2,20

Fonte: IBGE, 2016.

Além do crescente número de automóveis, a cidade de Florianópolis possui condicionantes que acentuam os problemas de falta de mobilidade. A capital possui um relevo peculiar com 88% de seu território situado numa ilha e 42% de sua área ser de preservação ambiental além de condicionantes físicos como a falta de interligação entre as vias (as servidões impedem a diversificação de rotas) e as viagens entre ilha e continente serem feitas apenas através da Ponte Pedro Ivo Campos e da Ponte Governador Colombo Salles (SUGAI, 2012).

A Lei 12.587/2012 instituiu como uma das diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana a priorização dos serviços de transporte público coletivo sobre os de transporte individual motorizado (BENEDET, 2015). A partir dessa lei promulgada pelo Ministério das Cidades, os subsídios financeiros da União para mobilidade urbana possuem como premissa a elaboração de um plano local de mobilidade até o mês de abril de 2015, o que foi alterado para 2023 (MRBCONSULTORIA, 2016). Além disso cabe citar a Lei Nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015, que institui o Estatuto da Metrópole. Esses marcos legais possuem instrumentos e orientações que auxiliam o planejamento e gestão da mobilidade em regiões metropolitanas (BRASIL, 2012; BRASIL, 2015).

Nessa conjuntura e com o propósito de subsidiar a elaboração dos Planos Municipais de Mobilidade Urbana e desenvolver os municípios da Grande Florianópolis de forma integrada foi desenvolvido em 2014 o Plano de Mobilidade Sustentável da Grande Florianópolis, o PLAMUS. Sua elaboração constituiu-se do diagnóstico da mobilidade da região, com mapeamento das viagens realizadas identificando o número e perfil dos deslocamentos, modos utilizados, horários, origem e destino, mapeamento do transporte público e sua utilização (PLAMUS, 2015).

Uma das formas de melhorar a mobilidade urbana da capital seria mudar a imagem que a população florianopolitana possui do transporte coletivo, o qual é visto como precário e lotado em horários de pico (PROSUL, 2015). Por esse motivo foi proposto um sistema que atenda as viagens pendulares na Grande Florianópolis.

Para o estudo do Sistema Estrutural Integrado de Transporte Coletivo Metropolitano foram feitas análises socioeconômica, financeira e multicritério nos cenários de uso apenas do *Bus Rapid Transit* (BRT); ou BRT aliado ao Veículo Leve sobre Trilhos (VLT); ou BRT aliado ao Monotrilho. Dentre esses modos recomendou-se o cenário apenas com o BRT decorrente do menor tempo de implementação, exigência de menores investimentos, bom desempenho operacional e redução do tempo de viagem ao incentivar a utilização do transporte público com vias exclusivas (PLAMUS, 2015). Além disso, a demanda de passageiros e o relevo acidentado tornam pouco viável a implementação de um sistema de metrô, que acarretaria em um alto custo por necessitar a construção de uma série de túneis na cidade.

A definição das características da estação de BRT está diretamente ligada ao número de passageiros esperado na hora de pico pois ela pode ser um gargalo para a capacidade do sistema se não estiver bem dimensionada (WRIGHT; HOOK, 2008). Para isso é importante conhecer a região a fim de garantir seu correto dimensionamento e maior eficácia do sistema de BRT (WRIGHT; HOOK, 2008).

Este trabalho caracteriza uma estação de BRT, que por ser o primeiro contato do passageiro com o sistema precisa garantir conforto e segurança, além de ser atraente para novos usuários do transporte coletivo que utilizam o modo motorizado individual.

A estação estudada situa-se na região do campus da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Trindade, que possui alta geração e atração de viagens e um grande número de moradores, estudantes e trabalhadores que irão se beneficiar desse sistema. O local de implementação é na rua Deputado Antônio Edu Vieira no Bairro Pantanal, no cruzamento do Córrego Grande, atualmente, esta região possui um tráfego congestionado em horários de pico e necessita de medidas que melhorem sua mobilidade. Para que o sistema de BRT possa ser implementado nessa rua é necessária a ampliação da mesma, já que atualmente possui pista simples.

Neste trabalho ainda são apresentadas as principais características e componentes que qualificam as estações do sistema de BRT, que serviram de subsídio para analisar o projeto da Prefeitura Municipal de Florianópolis, apontar problemas e propor melhorias.

1.1 OBJETIVO GERAL

Propor uma estação de BRT que possa fornecer aos usuários segurança, conforto e qualidade.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Têm-se os seguintes objetivos específicos:

- Analisar o histórico do sistema de BRT, suas inovações de sucesso e seus problemas enfrentados;
- Definir as características físicas que mais agregam qualidade a uma estação de BRT;
- Elencar os problemas encontrados no projeto feito pela Prefeitura de Florianópolis (PMF) da estação de BRT localizada no entorno do campus da UFSC Trindade;
- Calcular o número de passageiros esperado para essa estação;
- Modificar o projeto da PMF de modo a reduzir os problemas encontrados;
- Comparar as distâncias percorridas pelas linhas de ônibus que irão integrar na estação após as alterações realizadas no projeto.

1.3 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Na previsão de usuários da estação assumiu-se que as linhas de ônibus que cruzam a região de estudo serão absorvidas pela estação de BRT, assim como os passageiros destas linhas. Para tanto, no cálculo dos passageiros/hora/pico esperados ao implementar a estação de BRT, presume-se que as viagens dessas linhas serão atraídas para essa estação.

Após a implementação do sistema de BRT haverá a extinção e criação de novas linhas além da alteração da frequência delas. Na pesquisa sobre-desce será assumido que as viagens das linhas que cruzam a região de implementação da estação de BRT serão atraídas para a estação, o que pode acarretar em perda de precisão. Isso decorre da falta de informações precisas acerca de como será feita a operação desse sistema.

Com a o sistema de BRT operando haverá uma possível migração dos usuários do transporte individual motorizado para o transporte coletivo. Essa migração aumenta o número de passageiros do transporte coletivo, os quais não foram contabilizados na pesquisa sobre-desce. À vista disso, o tráfego esperado após a implementação do BRT se dará como simulado no cenário BRT + ORIENTADO elaborado pelo PLAMUS.

Nas alterações ao projeto da PMF foram colocados bicicletários junto às calçadas em cada lado da via, extrapolando o limite do terreno cedido pela UFSC para a obra de

duplicação da Edu Vieira. Este trabalho irá assumir que essa cessão é possível por trazer ganhos a toda população universitária além da comunidade do entorno da estação em estudo.

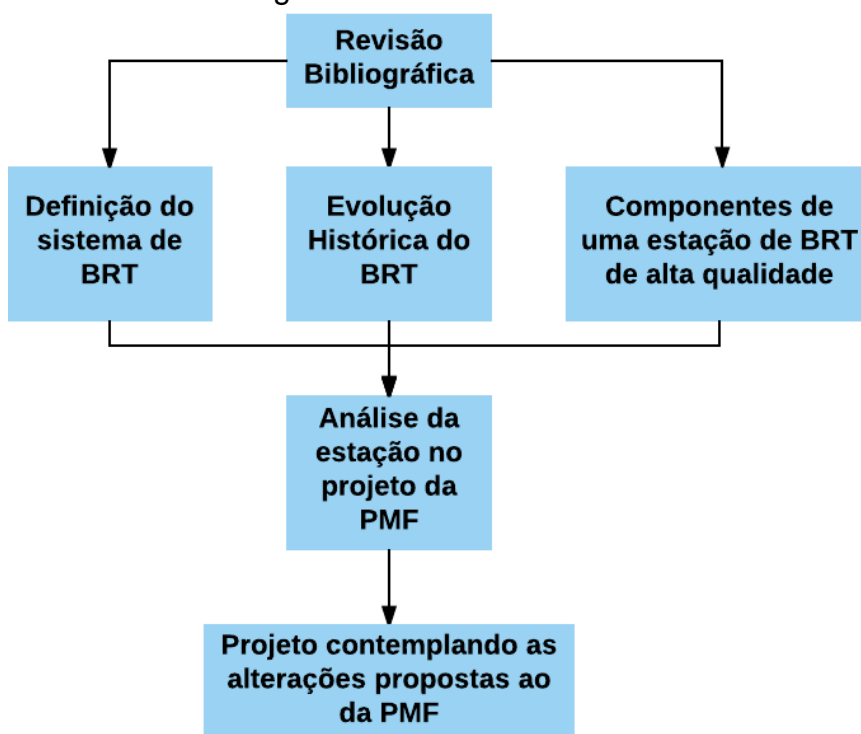
O número de viagens da pesquisa sobe-desce é feito considerando os dias letivos da UFSC como padrão, apesar de que nos períodos de recesso é reduzido esse número.

Nos cálculos dos passageiros esperado em horário de pico para a estação assumiu-se que o sistema de BRT iniciará sua operação no ano de 2020. Nesse cálculo também é assumido que o aumento do número de viagens e uso do transporte coletivo entre 2015 e 2020 será o mesmo que entre 2016 e 2020.

1.4 MÉTODO

Com o intuito de propor alterações ao projeto da Prefeitura Municipal de Florianópolis (PMF) visando melhorias nos acessos aos pedestres e a operação do sistema de BRT em frente ao cruzamento da Dona Benta, para isso será discutido o histórico do BRT e suas aplicações pelo mundo, a fim de implementar características que agreguem qualidade ao projeto.

Fluxograma 1 - Método do trabalho



Fonte: O autor, 2016.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em cinco capítulos: introdução; revisão bibliográfica; materiais e método; resultados; considerações finais e recomendações.

Capítulo 1 → Introdução

A questão central deste trabalho é a estação de BRT que será implementada nos arredores do campus da UFSC Trindade. Esta estação, junto com o sistema de BRT, terá um forte impacto social por melhorar a mobilidade da região.

Capítulo 2 → Revisão Bibliográfica

Será definido o sistema de BRT, suas aplicações de sucesso pelo mundo e as características físicas primordiais a uma estação de BRT bem-sucedida.

Capítulo 3 → Materiais e Método

Define a área de estudo de implementação da estação de BRT; estudo dos problemas identificados no projeto da estação da PMF; pesquisa de embarque desembarque; cálculo do número de passageiros na hora de pico previsto para a estação.

Capítulo 4 → Resultados

Projeto de estação de BRT com as melhorias propostas.

Capítulo 5 → Considerações Finais e Recomendações

Conclusões e sínteses com ênfase nos objetivos da pesquisa, além de fazer recomendações a trabalhos futuros com o tema em questão.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para o entendimento do funcionamento de uma estação de BRT é necessário a introdução dos seguintes conceitos básicos: características de um sistema de BRT de sucesso; as inovações estratégicas para melhoria da operação de sistemas de BRT; e os atributos de uma estação de BRT.

2.1 SISTEMA DE BUS RAPID TRANSIT (BRT)

Um sistema de BRT possui características de desempenho e conforto que se assemelham aos transportes sobre trilhos, com o diferencial de ter um menor custo; utilizar a malha rodoviária existente; possibilidade de ultrapassagem; e possuir flexibilidade para atender uma grande amplitude de demanda de passageiros. Precisa-se atentar também as diferenças de um sistema de BRT ao de ônibus comum, por conta da velocidade de operação; operar em via exclusiva; ter embarque em nível; possuir critérios de qualidade mais rígidos; maior confiabilidade do sistema; assim como atender as demandas de acessibilidade (painéis em braile; rampas de acesso; etc) (WRIGHT; HOOK, 2008).

A vantagem econômica de um sistema de BRT decorre de seu baixo custo de implementação em comparação com o VLT. Um dos motivos decorre do fato de não ser necessária a construção de trilhos e menor investimento em veículos (PLAMUS, 2015), também representa uma maneira de melhorar a mobilidade por meio de investimentos incrementais em uma combinação de infraestrutura de ônibus, equipamentos, melhorias operacionais e tecnologia (TCRP, 2003). Ao avaliar o CAPEX¹ do BRT, do veículo leve sobre trilhos (VLT) e do metrô constata-se que, tipicamente, um sistema de BRT custa de 4 a 20 vezes menos que um sistema de bondes ou de veículo leve sobre trilhos (VLT) ou entre 10 a 100 vezes menos que um sistema de metrô (WRIGHT; HOOK, 2008).

Diferente do sistema de VLT, que necessita de um alto investimento para sua ampliação e está restrito a relevos pouco acidentados, o BRT possui uma maior facilidade de ampliação, por ter um menor custo em relação ao VLT, levando em consideração que para isso serão necessárias novas vias exclusivas, ônibus e estações. A amplitude da capacidade de passageiros no VLT é em torno de 20 mil passageiros por hora por sentido,

¹ Investimento total necessário para implementação da solução.

e com velocidade comercial média de 18 km/h a 22 km/h. Já o BRT possui uma variação da capacidade entre 3 mil até mais de 45 mil passageiros por hora por sentido e com velocidade média de 25 km/h (ITDP, 2014).

As vias de um sistema de BRT garantem menor impacto no ambiente urbano ao utilizarem a malha rodoviária existente. No caso de Florianópolis, na Avenida Beira Mar Norte, o posicionamento do corredor de VLT com maior facilidade de movimentos de conversão seria na lateral junto ao mar, agredindo à estética do ambiente ao bloquear a vista do mar. Um projeto eficiente, com materiais adequados quanto aos custos iniciais e de manutenção, gera economias significativas, pois a construção da via de ônibus representa tipicamente aproximadamente 50% dos custos totais de infraestrutura (WRIGHT; HOOK, 2008). A localização da via de ônibus na pista central garante, na maioria dos casos, minimização dos conflitos com outros tráfegos; menos conflitos com veículos que mudam de direção do que as vias mais próximas às margens; não ter intersecções com vielas; e evitar áreas de estacionamento (ITDP, 2014).

A possibilidade de ultrapassagem nas estações garante maior agilidade ao sistema de BRT por permitir múltiplas posições de parada dos ônibus e maior flexibilidade ao operar linhas diretas e paradoras. O sistema de BRT pode contornar situações em que a via está bloqueada, evitando atrasos. (WRIGHT; HOOK, 2008).

O tipo de pavimento escolhido deve ser adequado ao clima da região, para evitar deformações excessivas que causem rupturas. No mundo, excluindo os segmentos em frente às estações, 64% das vias de BRT possuem pavimento de asfalto, 26% de concreto e 10% com trechos de pavimento de concreto e outros de asfalto (BRTDATA, 2016). Seja qual for o pavimento, seu projeto deve ter com uma vida útil de 30 anos em todo o corredor, garantindo um melhor serviço; operações por períodos mais longos; maior velocidade de operação; e reduzindo a periodicidade das manutenções da via (ITDP, 2014). Pode-se observar nas figuras abaixo exemplos de um pavimento colapsado devido a altas cargas em um clima quente (Figura 1), e outro de um pavimento bem dimensionado (Figura 2).

Figura 1 – Deterioração do asfalto devido ao peso dos veículos no corredor de BRT na via de Jacarta



Fonte: Wright; Hook, 2008.

Figura 2 - Pavimento de concreto armado na via exclusiva do BRT de Lima, no Peru



Fonte: ITDP – China, 2015.

Os corredores de BRT possuem, normalmente, uma barreira física que dificulta ou impede a entrada de outros veículos do tráfego misto na via exclusiva de ônibus (WRIGHT; HOOK, 2008). Apesar de ter interseções em nível com outros veículos e pedestres essa infraestrutura possibilita a travessia desimpedida dos ônibus por congestionamentos com redução no tempo de viagem do sistema (ITDP, 2014).

A segregação de faixas auxilia na segurança para os diferentes modos de transporte, especialmente os motociclistas ou ciclistas. Essa separação pode ser feita através de pinturas, tachões, separações de nível ou qualquer dispositivo que funcione como barreira física aos veículos no tráfego misto. Para uma maior segurança essa barreira deve ser projetada de modo a desencorajar os veículos a entrarem na via ao mesmo tempo que

possibilite a saída de ônibus caso haja uma obstrução na via. Um exemplo de aplicação dessa divisão é a utilização de tachão (Figura 3) (WRIGHT; HOOK, 2008).

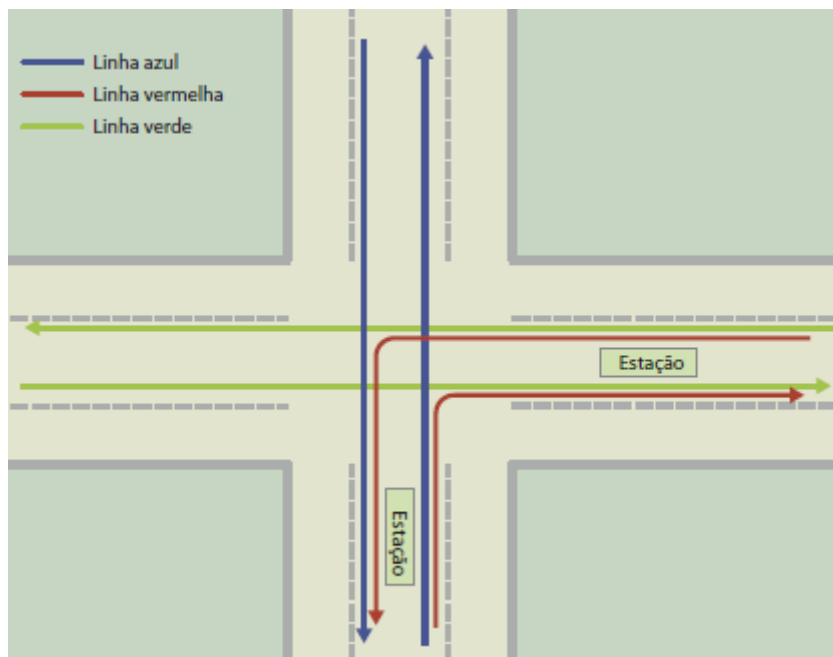
Figura 3 – Blocos separadores para impedir o acesso à via exclusiva de BRT



Fonte: Observatório de Mobilidade Urbana da UFSC, 2016.

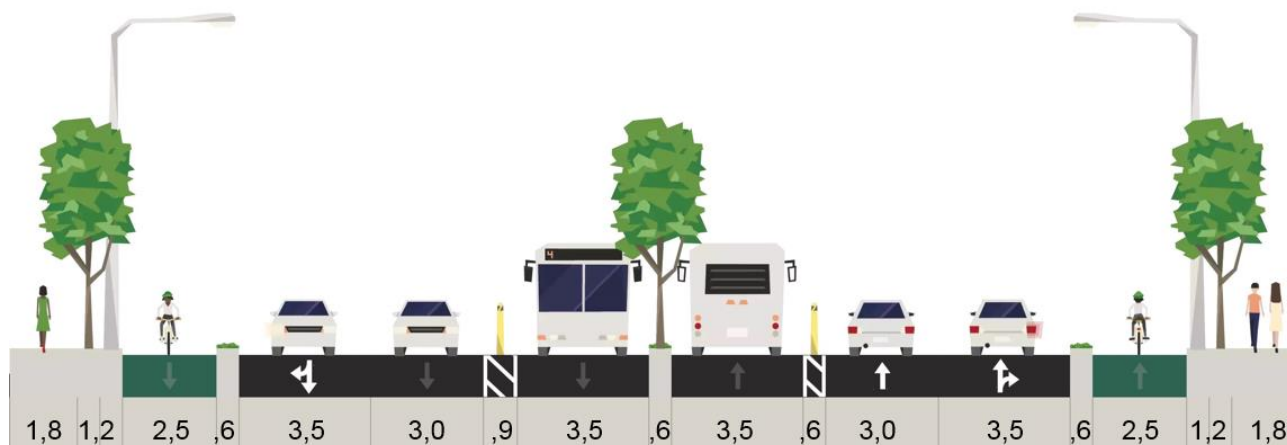
A configuração da seção da via de um sistema de BRT deve ser planejada de forma a evitar conflitos entre os ônibus no corredor exclusivo, os veículos motorizados no tráfego misto, os ciclistas nas ciclovias e os pedestres nas calçadas. A localização da via exclusiva de ônibus com faixas centrais reduz conflitos com conversões à direita, permite que uma estação central sirva ambos os sentidos do corredor e facilita integrações entre linhas em uma única plataforma na estação (Figura 4) – o que auxilia a tornar a estação mais atrativa ao usuário. A ciclovia não deve ser mais estreita que 2,5 metros por sentido para garantir a segurança dos ciclistas, caso contrário, eles acabam por preferir operar nas faixas de tráfego misto. Um exemplo de configuração com valores mínimos de largura está na figura 5 (Wright; Hook, 2008).

Figura 4 – Estação central e configuração das linhas de ônibus



Fonte: Wright; Hook, 2008.

Figura 5 - Largura mínima recomendada por tipo de faixa em metros



Fonte: Adaptado de StreetMix, 2016.

2.2 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO BRT

A adoção de sistemas de BRT têm-se expandido pelo mundo. Nos últimos quatro anos houve um aumento de 40,8% no número de cidades que possuem esse sistema, de 70% dos passageiros por dia - como mostra a tabela 3 – e previsão de um crescimento desses números, já que várias cidades como Florianópolis possuem projetos em fase de implementação (BRTDATA, 2016). O reconhecimento desse sistema como uma solução viável para oferecer um serviço de transporte público de alta qualidade a custos moderados

é enfatizado pelo sucesso de várias implementações, como no caso de Curitiba (Brasil) e de Bogotá (Colômbia), cidades que realizaram uma transformação urbana conduzida pelo BRT e outras medidas para o transporte sustentável (WRIGHT; HOOK, 2008).

Tabela 3 - Número de cidades e passageiros transportados por ano no sistema de BRT

Ano	Número de Cidades	Passageiros Transportados
2012	147	20 milhões
2016	207	34 milhões

Fonte: Adaptado de BRTDATA, 2016.

Para descrever os motivos desse reconhecimento do sistema de BRT é apresentada uma breve análise da evolução histórica de seu conceito, com ênfase nos sistemas de Curitiba e Bogotá. Além desses sistemas serão apresentadas inovações que se tornaram exemplos para novos projetos.

2.2.1 REDE INTEGRADA DE TRANSPORTE (RIT) DE CURITIBA

A partir da necessidade de melhorar a mobilidade urbana da cidade de Curitiba - Brasil, em 1972, pensou-se em uma estratégia que pudesse encorajar o uso do transporte público a um reduzido custo financeiro, levando em conta que a cidade não possuía recursos suficientes para implementar um sistema com base ferroviária. A ideia era evoluir do sistema convencional de ônibus em tráfego misto para o primeiro sistema de BRT completo do mundo (LINDAU *et al.* 2010).

Esse novo sistema implementado na cidade de Curitiba trouxe características fundamentais para se destacar com o corredor exclusivo para ônibus, que possibilitou a redução do tempo de viagem e evitando que o ônibus fique preso em congestionamentos. Também teve com característica as estações de pré-embarque, onde se realizava o pagamento da tarifa e posteriormente, no ano de 1980, a integração com outras linhas de ônibus. A estação possuía o embarque na plataforma em nível, com redução do tempo de embarque e desembarque. Consolidou-se uma marca forte, com um design inovador das estações em forma de tubo e ônibus com uma cor vermelha (Figura 6) que os diferenciava das outras linhas (BRANCO, 2013).

Em sua trajetória o sistema sofreu mudanças que trouxeram melhorias para sua operação. Na década de 1980 ocorreu a implementação da tarifa única, o que trouxe um

novo incentivo para a utilização do transporte coletivo e facilitou a integração entre as várias linhas, a criação de linhas diretas, identificadas pela cor cinza interligaram estações, a uma distância média de 3 quilômetros, sem a necessidade de parar nas estações intermediárias, o que garantiu o aumento da velocidade comercial, facilidade nas integrações e criação de novos percursos (BRANCO, 2013). Em 2009 o sistema foi ampliado com a introdução da Linha Verde, seu sexto corredor de BRT, que incluiu a operação de um ônibus biarticulado utilizando o biodiesel como combustível, o que permitiu reduzir em cerca de 50% a emissão de poluentes (LINDAU *et al.* 2010).

Figura 6 – Estação em forma de tubo e ônibus vermelho em Curitiba



Fonte: Google maps, 2016.

Cerca de 46% das viagens realizadas na cidade de Curitiba são realizadas meio do transporte público, sendo que 561 mil passageiros utilizam o sistema de BRT. Este sistema se estende ao longo de 84 quilômetros distribuídos em sete corredores exclusivos, com uma demanda na hora-pico de 12,5 mil passageiros por hora por direção (BRTDATA, 2016).

Apesar das inovações desse sistema de BRT alguns problemas surgiram ao longo dos anos. A escolha das estações em forma de tubo, apesar de uma estética icônica e terem contribuído para o sucesso desse sistema, por possuírem um formato circular dificulta o alinhamento do ônibus na estação. Este problema foi solucionado com a utilização de pontes de embarque, que exige que o veículo fique a uma distância de até 40 centímetros da plataforma, ao invés dos 10 centímetros exigidos sem ela (WRIGHT; HOOK, 2008).

Os usuários do transporte coletivo de Curitiba têm reclamado de atrasos e formação de comboios em horários de pico, fato este que indica sinais de estresse do sistema. Uma das formas de solucionar esse problema de capacidade do corredor é implementando um sistema de prioridade semafórica para favorecer os ônibus no corredor exclusivo, otimizando a operação do sistema. O Centro de Controle Operacional (CCO) da empresa URBS, controladora do sistema de transporte público da cidade de Curitiba, possui em seu planejamento essa medida como forma de prolongar a vida útil desse sistema de BRT (TRISOTO, 2014).

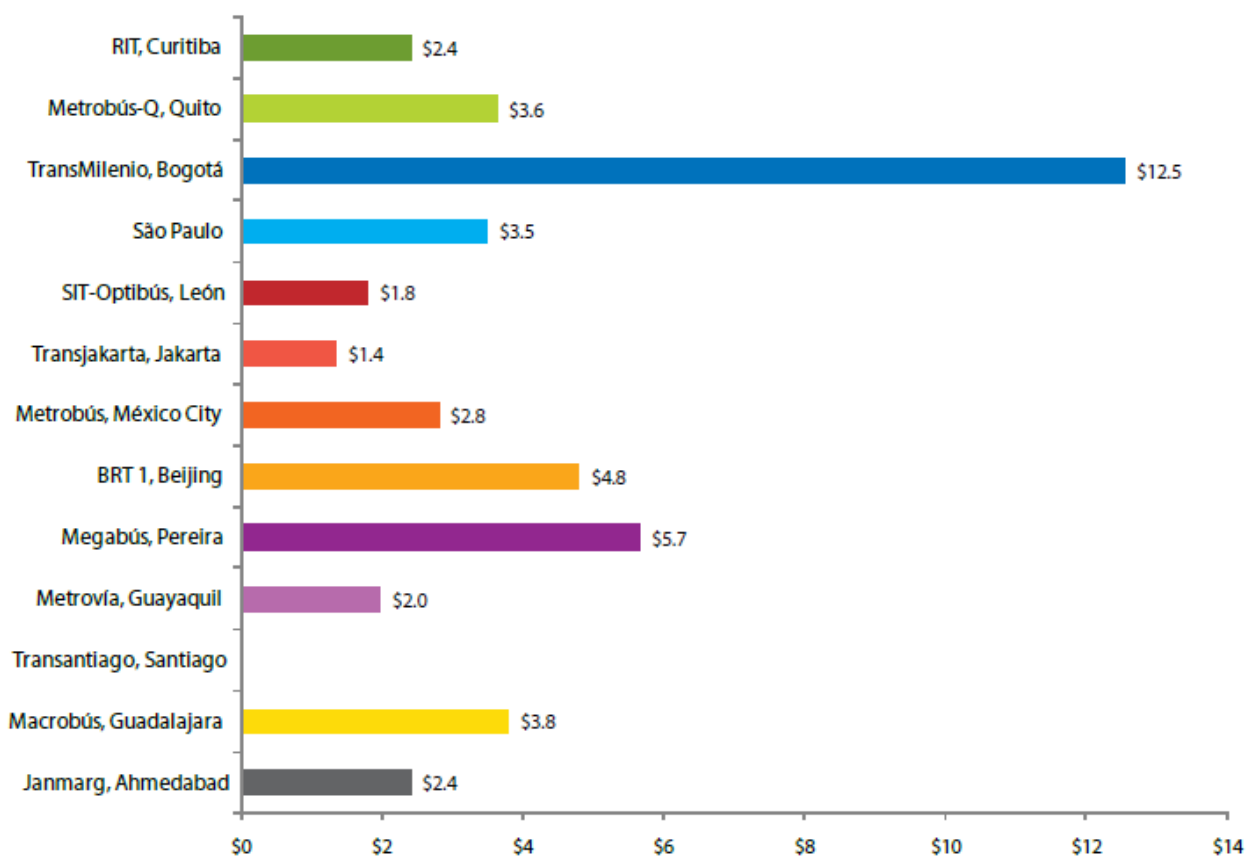
2.2.2 TRANSMILENIO DE BOGOTÁ

Assim como muitas capitais no mundo nos anos 2000, Bogotá – Colômbia sofria de um complexo problema de mobilidade urbana, isso fazia com que se tivessem tempos excessivos de viagem, muitos acidentes, e um alto nível de poluição. Para lidar com essa situação foi pensado em um sistema de transporte público de qualidade que pudesse beneficiar todas as classes sociais (KARLSSON; NIKITAS, 2015). Em primeira instância foi estudada a possibilidade de implementação de um sistema de metrô, porém um estudo de transporte japonês indicou a pouca aplicabilidade desse sistema na cidade, além da falta de recursos (DENG; NELSON, 2011).

Nesse cenário foi criado o sistema de BRT *Transmilenio*, que possuía características semelhantes ao sistema de Curitiba, no qual foi inspirado, entretanto necessitava de outras as quais suprissem a uma alta demanda de passageiros, geralmente atribuído a sistemas de metrô (DENG; NELSON, 2011). Para isso foi necessária a utilização de novas tecnologias, com grande frota de ônibus articulados e biarticulados; uma CCO; pagamento antecipado do bilhete através de cartões magnéticos; via de ultrapassagem nas estações; corredores com duas vias exclusivas, possibilitando a combinação de serviços expressos e locais; múltiplas baias de parada, o que resultou em um elevado custo se comparado com os sistemas de outras cidades, como mostra a figura 7 (CARRIGAN; HIDALGO, 2010).

O transporte público na cidade de Bogotá é responsável por 59% das viagens enquanto o modo privado é de apenas 26%. Seu sistema de BRT transporta cerca de 2,2 milhões de passageiros, possui uma velocidade média de 27 km/h, resultado da criação de estações maiores com várias plataformas de embarque de nível, a demanda em hora-pico é cerca de 48 mil passageiros e com uma extensão de 113 quilômetros, fazendo com que tenha uma das maiores procuras e capacidades do mundo (BRTDATA, 2014).

Figura 7 - Custo de infraestrutura e equipamentos por quilômetro em dólares



Fonte: Carrigan; Hidalgo, 2010.

A cidade de Bogotá enfrenta problemas sociais que acabam por refletir no sistema de BRT, como é o caso do alto índice de furtos nos ônibus e superlotação nas estações. Um grande número de passageiros reclama de esperas de até 15 minutos para embarcar no ônibus, ao invés dos 3 minutos normais (GILBERT, 2008). Não foram encontradas propostas para resolução dos problemas enfrentados pelo BRT de Bogotá, levando em conta que esses problemas precisam ser resolvidos também na esfera política.

2.2.3 INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS: CHINA E MÉXICO

Como parte de um projeto de melhoria de mobilidade na Cidade do México – México, foi implementado o sistema de BRT denominado *Metrobús*, cuja execução iniciou no ano de 2002 e teve sua primeira linha inaugurada em 2005. Suas características foram inspiradas nos BRTs das cidades de Curitiba e Bogotá, com o diferencial de integrar diferentes modos de transporte. A bicicleta, por exemplo, pode ser transportada junto ao

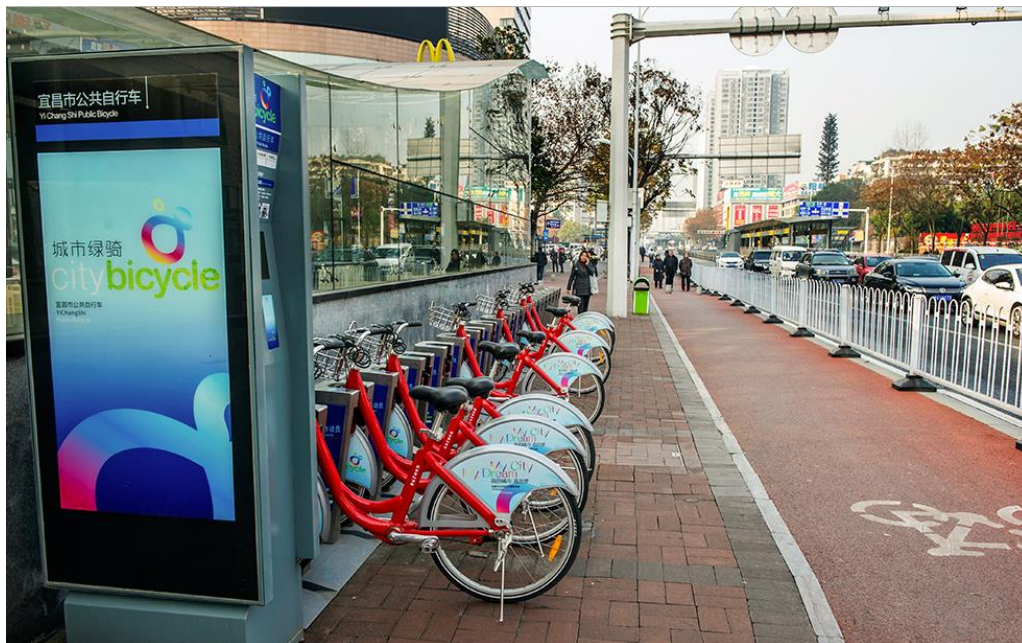
passageiro no interior do ônibus, o que permite que mais pessoas possam aderir ao transporte coletivo.

Em um intervalo de cinco anos a China implementou três sistemas de BRT de alta qualidade, sendo que o mais recente é o da cidade de Yichang em 2015. Este sistema possui o padrão Ouro na classificação do ITDP, que classifica os corredores de BRT segundo categorias que refletem o desempenho e a qualidade do serviço. Esse corredor também foi vencedor da edição 2015 do *Sustainable Transport Award* (STA) por sua rápida implementação de sua infraestrutura; redução de congestionamentos; e diminuição de índices de poluição na cidade. Por possuir características fundamentais a um BRT de sucesso, tais quais conforto, confiabilidade e eficiência, esse sistema teve uma atração de 20% dos usuários do transporte individual motorizado (carros e taxis) (SUSTAINABLE TRANSPORT AWARD, 2016).

Para incentivar hábitos saudáveis e o uso de transporte não-motorizado, a cidade de Yichang executou um projeto de compartilhamento de bicicletas (*bike sharing*) (Figura 8), que contempla 27 estacionamentos e 645 bicicletas alocadas nas estações de BRT, além de 30 quilômetros de ciclovias paralelas ao corredor (SUSTAINABLE TRANSPORT AWARD, 2016). Isso torna o uso de bicicletas mais seguro e atrativo, porém ainda é necessária uma ampliação desse sistema para melhorar o acesso e a integração desse modo com a estação (ITDP, 2016). O plantio de 700 árvores também incentiva as pessoas a circularem nos espaços públicos por serem agradáveis e bonitos (SUSTAINABLE TRANSPORT AWARD, 2016).

Uma das formas de priorização do transporte público adotada na cidade de Yichang foi a transformação de parte dos estacionamentos nas regiões centrais em corredores exclusivos de BRT, o que dificulta a utilização do modo de transporte individual motorizado e é parte do motivo da adesão de novos usuários ao transporte público.

Figura 8 - Bicicletas compartilhadas em Yichang



Fonte: ITDP-China, 2015.

2.3 PLANO DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL DA GRANDE FLORIANÓPOLIS (PLAMUS)

Com o intuito de melhorar a mobilidade na região da Grande Florianópolis, o Governo do Estado de Santa Catarina financiou o Plano de Mobilidade Sustentável, tendo como principal pauta a remodelação do sistema de transporte coletivo metropolitano, estruturado por uma rede de corredores de BRT (MARTINS *et al.*, 2015).

Como proposta para redução dos tempos de viagem o PLAMUS busca incentivar o uso do transporte coletivo. Entretanto, para que isso seja possível, o sistema de transporte coletivo atual e a forma como ele é visto na região precisa ser repensada e planejada, tendo em vista que o mesmo não possui confiabilidade e grande adesão da população (PROSUL, 2015).

Para propor um novo sistema de transporte coletivo foram realizadas no PLAMUS as pesquisas de Origem e Destino domiciliares para estimar o volume de passageiros do transporte coletivo atual. Essas pesquisas montam e projetam as matrizes Origem/Destino

de viagens da região de estudo, para a partir disso elaborar modelos matemáticos de previsão de demanda (MARTINS *et al.*, 2015). As informações levantadas foram:

- Do domicílio: renda, número de pessoas e relação entre as pessoas;
- Dos indivíduos: sexo, idade, grau de instrução, profissão, ocupação e renda;
- Da mobilidade: origem e destino das viagens, modos de transporte, motivo de viagem, hora de início e de final de viagem e custo do transporte.

O número de domicílios selecionado como amostra da pesquisa de Origem e Destino foi definido com base nos dados do censo de 2010 do IBGE, que apontou o número de 891 mil habitantes e de 298 mil domicílios nos treze municípios da área de estudo da Grande Florianópolis (MARTINS *et al.*, 2015). Em vista disso, estipulou-se a amostra em 5464 domicílios, distribuídos por 60 Macrozonas² de Tráfego e cinco faixas de renda:

- Até 1 salário mínimo;
- De 1 a 2 salários mínimos;
- De 2 a 5 salários mínimos;
- De 5 a 10 salários mínimos;
- Acima de 10 salários mínimos.

As entrevistas da pesquisa de Origem e Destino foram realizadas em cada Macrozona, com 50 entrevistas por Macrozona, e feitas entre as 9h e 11h e a partir das 17h, de terça a sábado, entre os meses de abril e junho de 2014, excluindo-se dias atípicos (greves, feriados, etc.). A expansão da amostra para os habitantes e domicílios do censo de 2010 do IBGE foi feita em três etapas: primeiro, o número de domicílios foi expandido, depois a população e, por último, as viagens foram comparadas com as contagens volumétricas obtidas nas pesquisas (MARTINS *et al.*, 2015).

A fim de definir o sistema de transporte coletivo mais adequado para a Grande Florianópolis foram analisados três cenários com opções de modo: o primeiro foi o sistema de VLT complementado pelo BRT; o segundo o Monotrilho complementado pelo BRT; e o

² A Macrozona é formada por um grupo de zonas e bairros com características semelhantes relacionadas à ocupação, à cultura, à economia, ao meio ambiente e à infraestrutura urbana (RIO, 2016).

terceiro apenas com o BRT. Nesses cenários foram feitas análises de cunho socioeconômico, financeiro e multicritério (MARTINS *et al.*, 2015).

Após a análise dos cenários foi escolhido o sistema de BRT como o mais viável para solucionar o problema de mobilidade da região. O transporte aquaviário também foi avaliado e concluiu-se que este deveria funcionar de forma complementar ao BRT, dado que as rotas que o transporte marítimo pode atender não se concentram grandes demandas de viagem (MARTINS *et al.*, 2015).

Para compreender as vantagens/desvantagens de cada sistema foi criado o Cenário Base, onde não seriam adotadas intervenções no transporte coletivo e manter-se-iam os problemas de mobilidade existentes. Este cenário foi comparado com os sistemas analisados para avaliar suas consequências até 2040. Suas principais considerações são: a manutenção do sistema de rota atual; a ausência de integração tarifária na região metropolitana; a conclusão de obras previstas até 2020; investimento privado de aproximadamente R\$ 399 milhões no transporte público; pouco incentivo aos modos não motorizados (priorizando o individual); e grande pendularidade de viagens (MARTINS *et al.*, 2015).

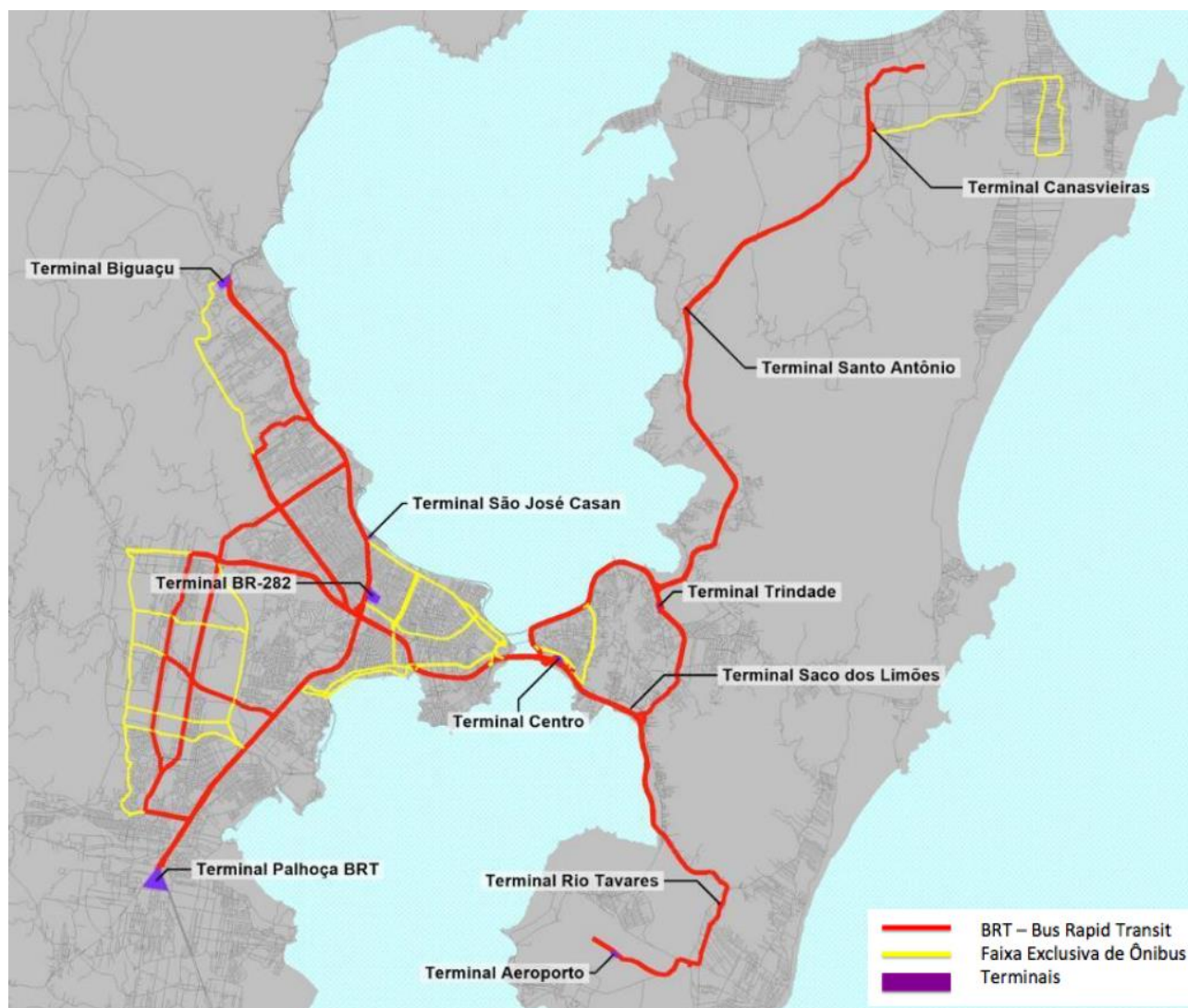
A melhoria da mobilidade da Grande Florianópolis passa pela reformulação da lógica atual de incentivo da dependência do uso de automóvel. Para que isso ocorra são necessárias ações que visem investimentos em infraestrutura, tratamento do espaço público e uso e ocupação do solo. Essas ações são descritas no Desenvolvimento Urbano Orientado, e podem ser traduzidas por redução das distâncias entre as residências e os trabalhos; diversidade de usos do solo ao longo dos eixos de transporte coletivo; e planejamento da expansão das áreas urbanizáveis na região continental de Florianópolis de modo a reduzir a pendularidade e criar bairros estruturados por transporte coletivo e deslocamentos não motorizado (MARTINS *et al.*, 2015).

A geração de novos polos de trabalho contribuiria para a redução da dependência socioeconômica dos municípios da Grande Florianópolis com a capital (SUGAI, 2012). Com o Desenvolvimento Urbano Orientado haverá a atração de investimentos e consequente migração para novos polos, contribuindo assim para alterar o crescimento populacional, a densidade e a concentração de empregos em Florianópolis. A melhor distribuição das atividades reduzirá a concentração de fluxos e a pendularidade das viagens (MARTINS *et al.*, 2015).

O cenário do BRT com Desenvolvimento Urbano Orientado busca reduzir os tempos de viagem; aumentar a confiabilidade dos passageiros do transporte coletivo; e visa reduzir

os atuais índices de congestionamento. Esse sistema irá formar uma rede de transporte coletivo prioritário de alta qualidade a partir da construção de corredores e faixas exclusivas e ativação e criação de novos terminais (Figura 9). Como transporte complementar serão implementadas linhas locais, alimentadoras e interbairros, que se ramificarão a partir do sistema troncal para áreas mais distantes e com menor fluxo de passageiros (MARTINS *et al.*, 2015).

Figura 9 - Terminais, corredores de BRT e faixas exclusivas de ônibus



Fonte: Martins *et al.*, 2015.

2.4 ESTAÇÕES

Para que possam atender de forma adequada seus passageiros, as estações de BRT precisam ter um padrão mínimo de qualidade, garantindo agilidade e segurança no embarque e desembarque nos veículos. Para alcançar esse padrão é necessário atender

a algumas especificações, tais como: pagamento da tarifa antes do embarque; controle de acesso; embarque na plataforma em nível; acessibilidade; serviços de conforto; sistemas de informação ao passageiro; e segurança. Esse padrão faz com que as estações de BRT se diferenciem de um ponto de ônibus convencional, onde não há obrigatoriedade de condições mínimas de segurança e conforto, tendo em vista que muitas vezes são compostos apenas por um poste sinalizando o local de embarque (FEDERAL TRANSIT ADMINISTRATION, 2009).

Ao projetar uma estação de BRT é necessário avaliar o ambiente em que ela está inserida de modo a encorajar a população a substituir o transporte individual motorizado pelo coletivo. Em horários de pico, devido a elevada densidade de pessoas, a velocidade de caminhada no interior da estação pode ser até 10 vezes menor do que a caminhada do passageiro até ela (SUMEET, 2010). Em vista disso é levado em conta o movimento de passageiros e sua distribuição ao longo do dia; a seção transversal da via; e a cultura local.

Após avaliação inicial são definidas as dimensões da estação, que variam de acordo com a demanda de viagens e os tipos de ônibus que irão operar nela. Para se ter uma garantia que a estação irá atender ao número de passageiros esperado, seu dimensionamento é feito considerando a situação crítica, no momento do dia em que há o maior número de passageiros em uma hora (PHP). De acordo com essa demanda são selecionados os ônibus que irão operar nessa estação, podendo ser: padrão, articulado e biarticulado, com respectivo comprimento e capacidade na tabela 4 (LEVINSON *et al.*, 2003).

Tabela 4 - Opções de veículos para corredores troncais

Tipo de Veículo	Comprimento (metros)	Capacidade (passageiros por veículo)
Biarticulado	24	240-270
Articulado	18,5	120-170
Padrão	12	60-80

Fonte: Adaptado de WRIGHT; HOOK, 2008.

Os tipos de ônibus que irão operar no corredor de BRT são definidas a partir da configuração de serviços diretos ou tronco-alimentadores. O primeiro possui conexões diretas entre áreas residenciais aos distritos centrais da cidade, realizando o menor trajeto possível entre eles, o que reduz o número de paradas ao longo do trajeto. Seu tipo de

veículo, normalmente, é o articulado ou biarticulado por ter uma maior capacidade. Apesar de garantir maior velocidade de operação isso pode diminuir a abrangência de usuários por realizar apenas trajetos com maior demanda de viagens (WRIGHT; HOOK, 2008).

Os Tronco-alimentadores permitem a utilização de veículos padrão para atender áreas de menor densidade, enquanto utiliza-se o biarticulado ou articulado para os principais corredores nas linhas troncais. Essa configuração pode significar a necessidade de um terminal de transferência, fazendo com que o usuário precise trocar de linha para chegar a seu destino (WRIGHT; HOOK, 2008).

Para que uma linha paradora não atrase uma linha expressa (Figura 10), a adição de uma faixa na estação permite a ultrapassagem; evita filas e atrasos; e aumenta a velocidade de operação do sistema. Para isso é necessária uma área de transição antes das estações, onde há um alargamento da pista permitindo uma faixa adicional. (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS, 2014).

Figura 10 - Formação de filas em estação com ausência de faixa de ultrapassagem, embarque em nível e pré-pagamento de tarifa



Fonte: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS, 2014.

A velocidade de operação dos ônibus em um corredor de BRT pode cair drasticamente devido à saturação de uma de suas estações. A baia de parada, área designada na estação de BRT onde um ônibus estaciona alinhado à plataforma de embarque, deve ser projetada de modo que esteja, em geral, com até 40% de sua saturação, o que garante mais capacidade e velocidade do sistema, além de conforto aos passageiros. Em situações onde há uma alta demanda de passageiros, como o caso do

sistema TransMilenio com 48 mil passageiros/hora/pico, a estação pode ter múltiplas baias de parada o que auxilia na redução do nível de saturação. (WRIGHT; HOOK, 2008).

Anterior a entrada da estação deve ser posicionada placas de sinalização que identifiquem a mesma e sua localização em relação ao corredor BRT. Essa sinalização permite que o indivíduo adquira as informações operacionais da estação antes de entrar nela (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS, 2014).

O acesso a estação deve facilitar a conectividade entre os diversos modos de transporte. A qualificação das calçadas, com maior espaço de circulação; melhores pavimentos; boa iluminação; circulação segura nas travessias; e menor poluição e ruído faz com que tenha uma atração dos transeuntes para a estação. A atração de usuários do transporte motorizado individual para o modo coletivo pode ocorrer com a criação de bolsões de estacionamento, onde o usuário poderá realizar parte da sua viagem utilizando o modo coletivo (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS, 2014).

Em um sistema de BRT de qualidade são necessárias ciclovias paralelas a seu corredor exclusivo, além de bicicletários para que seja incentivado um modo de transporte ativo como a bicicleta. Para o usuário guardar sua bicicleta a estação ou terminal deve prover um local com facilidade de acesso, segurança e conforto. Em terminais com alto volume de usuários é justificável um estacionamento para bicicletas, como no caso da estação *Delft Central Station* na Holanda (Figura 11), vigilância e controle dos acessos; sensor indicando quais bicicletários estão vazios e seu tempo de uso; além de possuir o sistema *Quad Hi-Density Bike Rack* (Figura 12) que oferece uma eficiente maneira de estacionar bicicletas por ter dois andares e de fácil uso (CYCLESAFE, 2014). Para uma menor demanda de bicicletários podem ser utilizados paraciclos em formato de “U” invertido (Figura 13), que permite a sustentação da bicicleta por dois pontos de apoio e que ela seja presa pelo quadro, o que garante segurança e praticidade ao usuário (TRANSPORTEATIVO, 2007).

Figura 11 - Estacionamento para bicicletas na estação *Delft Central Station* na Holanda



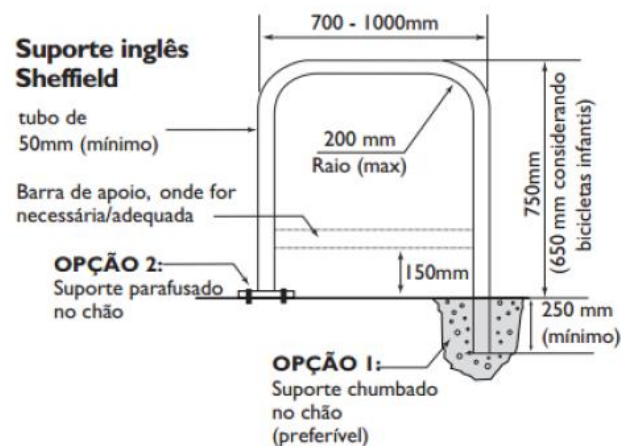
Fonte: Bicycledutch, 2015.

Figura 12 - Sistema *Quad Hi-Density Bike Rack*



Fonte: Cyclesafe, 2014.

Figura 13 - Dimensões e opções de suporte de um paraciclo em formato de “U” invertido



Fonte: Transporte Ativo, 2007.

Para atender regiões onde os sistemas ferroviários e metroviários não conseguem abranger, pois eles se concentram apenas nos eixos de maior demanda, é recomendado implementar um sistema de BRT. Para que a integração desses sistemas seja possível é necessária uma conexão entre as estações de cada modo, tendo cuidado de garantir que a capacidade da estação de BRT possa acomodar todos os passageiros oriundos do metrô ou trem. A frequência de ambos os sistemas deve ser compatível para que não haja saturação do BRT, com formação de filas e atrasos das viagens.

De forma a garantir a inclusão social precisa-se projetar na estação o acesso a pessoas com mobilidade reduzida, incluindo pessoas com limitações passageiras como grávidas e pessoas com muletas ou bengalas, e com diferentes características sensoriais ingressem no sistema de maneira autônoma, segura e simultânea (WRIGHT; HOOK, 2008). Para tanto as rampas de acesso devem possuir largura e inclinações suaves de modo a garantir que todos os usuários possam entrar nas estações de BRT. Em estações em que há o acesso é feito subterrâneo ou por passarelas a instalação de um elevador é necessária a fim de garantir acessibilidade (TAVARES, 2015).

No caso de portadores de deficiência visual, de forma a garantir sua autonomia, utiliza-se o piso tátil indicando a direção de um percurso e a presença de interferências. As sinalizações e o mapa de estações precisam estar também traduzidos em braile. Mensagens sonoras devem transmitir informações do sistema de forma precisa e coesa, a fim de assegurar que todos os usuários se localizem nas estações e ônibus sem a necessidade de auxílio visual. Da mesma forma que é imprescindível um letreiro com informações visuais para aqueles que possuem deficiência auditiva.

Para evitar a evasão tarifária, a estação é projetada com restrições de acesso. Essas restrições são feitas por barreiras físicas, como catracas ou portas, e funcionários que vigiam a estação de forma a garantir segurança dos usuários. O pagamento da tarifa de pré-embarque faz parte do controle de acesso a estação, além disso, ele é responsável pela redução do tempo de embarque. A implementação desse sistema no RIT em Curitiba garantiu a redução em 20 segundos do tempo de parada na estação (LEVINSON et al., 2003).

As portas de plataforma da estação, quando abertas, podem ser vulneráveis à invasão à mesma sem efetuar o devido pagamento. Uma das soluções à essa vulnerabilidade seria a colocação de portas deslizantes que só abrem com a chegada do veículo, evitando assim riscos de acidentes e a evasão do pagamento da tarifa (WRIGHT; HOOK, 2008).

O embarque dos passageiros nos ônibus a partir da estação pode ser feito de várias formas, a que garante maior agilidade é o acesso por plataforma em nível. De acordo com a posição da estação em relação às faixas da pista, central ou lateral, há necessidade de portas em ambos os lados dos veículos de modo a atender paradas em estações com ambas as posições. Isso também ocorre em situações onde os veículos de BRT realizam captação de usuários fora dos corredores atendendo paradas convencionais, ou em situações onde o ônibus convencional pare na estação (WRIGHT; HOOK, 2008).

A plataforma em nível pode trazer uma redução de até 50% dos tempos de embarque e desembarque de passageiros em relação a acessos com degraus (WRIGHT; HOOK, 2008). Por não possuir desnível ela garante acesso a crianças, idosos e pessoas com mobilidade reduzida de forma ágil e segura (BRANCO, 2013). Os tempos de embarque e desembarque dependem da largura da porta e do tipo de acesso ao piso do veículo

Uma maneira de estimar a quantidade de passageiros em cada linha de ônibus é pela pesquisa de embarque e desembarque (pesquisa sobe-desce). Nela pesquisadores devem registrar quantas pessoas estão entrando e saindo do veículo em cada parada, em diferentes horários de pico do dia em corredores com maior número de passageiros. Desse modo a estação pode ser desenhada para suportar o número de passageiros que irão usá-la (WRIGHT; HOOK, 2008).

Para que a imagem do BRT reflita sua boa qualidade ele precisa formar uma identidade própria independente dos sistemas convencionais de ônibus. As estações são a interface física entre os usuários e o sistema. Portanto, devem reforçar a identidade visual por meio da padronização de formas, materiais e cores. O design deve ser crítico para o sucesso do sistema na perspectiva estética, cultural e de conforto ao usuário, como exemplo da figura 14 em que a estação tem formato de ônibus o que faz uma referência ao sistema de transporte público com identidade marcante (WRIGHT; HOOK, 2008).

Figura 14 – Projeto arquitetônico de uma estação de BRT em forma de ônibus



Fonte: Chila, *et al.*, 2012.

Os elementos provedores de conforto ao usuário em uma estação de BRT contribuem para que sua experiência dele no sistema seja agradável. Como as estações são projetadas para que os passageiros tenham um tempo de permanência baixo (abaixo de 10 minutos), são necessários uma grande quantidade de bancos. Em situações onde a largura da estação é pequena, uma alternativa aos tradicionais bancos é uma barra de apoio que permite que os passageiros se sentem parcialmente se apoiando contra uma barra deitada (WRIGHT; HOOK, 2008).

Ter um ambiente limpo transmite a imagem de um sistema de qualidade. A instalação de lixeiras; funcionários para manutenção da higiene; e campanhas de conscientização são medidas que agregam conforto ao usuário. Para manter o bem-estar do usuário dentro da estação deve-se pensar em sua climatização, tanto por meio de sistemas de ar-condicionado ou ventiladores, quanto estratégias arquitetônicas que provenham uma temperatura agradável durante o ano, além de proteger da exposição de ventos e chuvas. Na escolha dessas alternativas a primeira se mostra excessivamente cara por conta da manutenção e gastos com energia elétrica. Enquanto a segunda o retorno financeiro a longo prazo supera os custos iniciais (WRIGHT; HOOK, 2008).

O uso de tecnologias facilita a interação do usuário com o sistema de BRT. Uma delas é o sistema eletrônico de cobrança de tarifa é um elemento que simplifica o acesso

às estações; evita o uso de dinheiro em espécie; e permite que você recarregue um cartão magnético e controle suas passagens. Outra tecnologia é o sistema de informações ao usuário, que fornece mapas das linhas dos corredores além informações operacionais que podem ser disponibilizadas de forma física ou online (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS, 2014).

O fornecimento de energia elétrica é importante para uma série de equipamentos de apoio à estação, incluindo iluminação; equipamento de cobrança; controle de tarifas; e portas automáticas. Levando em consideração a Resolução Normativa nº 482/2012 de compensação de energia elétrica, o sistema de energia solar seria uma solução sustentável para o funcionamento das estações, onde a energia absorvida pelos painéis solares das estações excedentes iria para a rede de transmissão e seria convertido em créditos para o uso de energia elétrica (WRIGHT; HOOK, 2008).

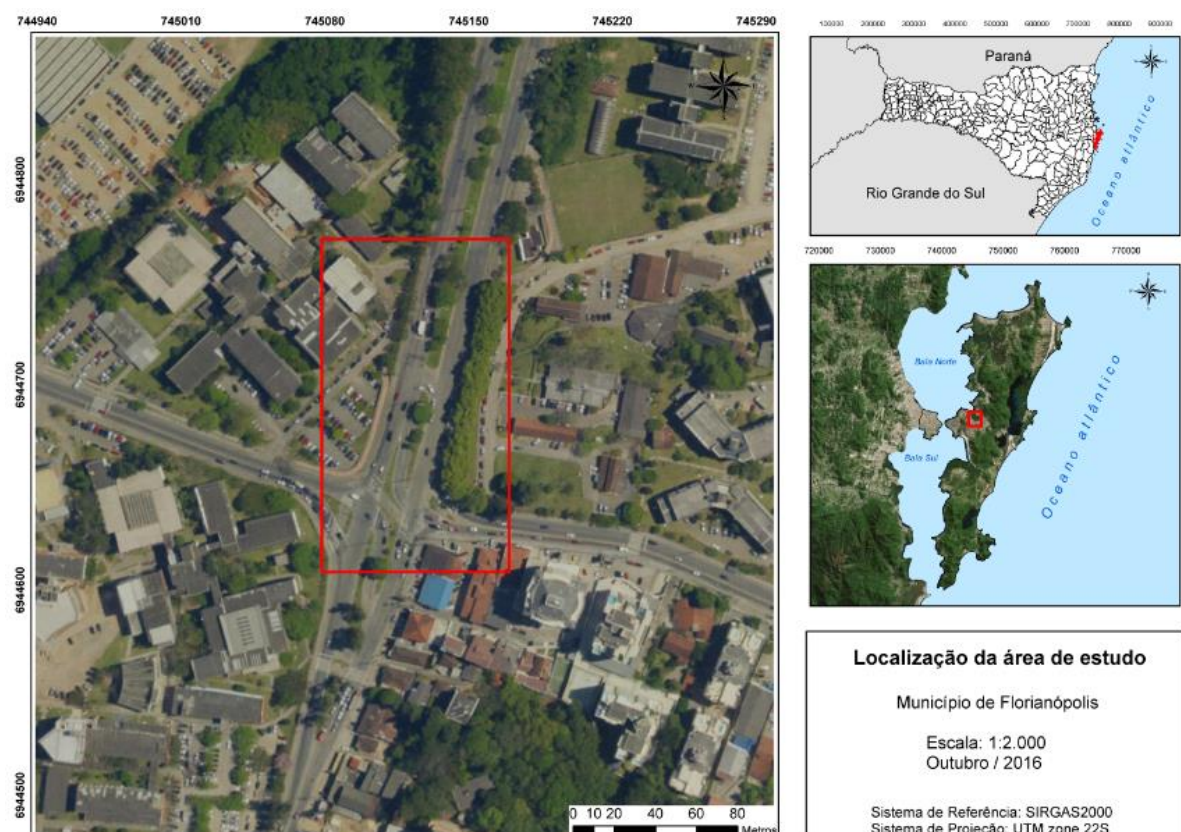
3. MATERIAIS E MÉTODO

Este trabalho avalia o projeto de implementação de corredor de BRT da Rua Deputado Antônio Edu Vieira elaborado pela Prefeitura Municipal de Florianópolis (PMF), especificamente na estação em frente ao restaurante Dona Benta e seu entorno. A partir desse projeto serão propostas alterações que facilitem o acesso dos passageiros à estação além de melhorar a operação do sistema de BRT.

3.1 MATERIAIS

A região que contém a estação de estudo se localiza na cidade de Florianópolis, no estado de Santa Catarina - Brasil, nos arredores do campus da UFSC Trindade, na rua Deputado Antônio Edu Vieira, no Bairro Pantanal, no cruzamento do Córrego Grande, conforme ilustrado na figura 15.

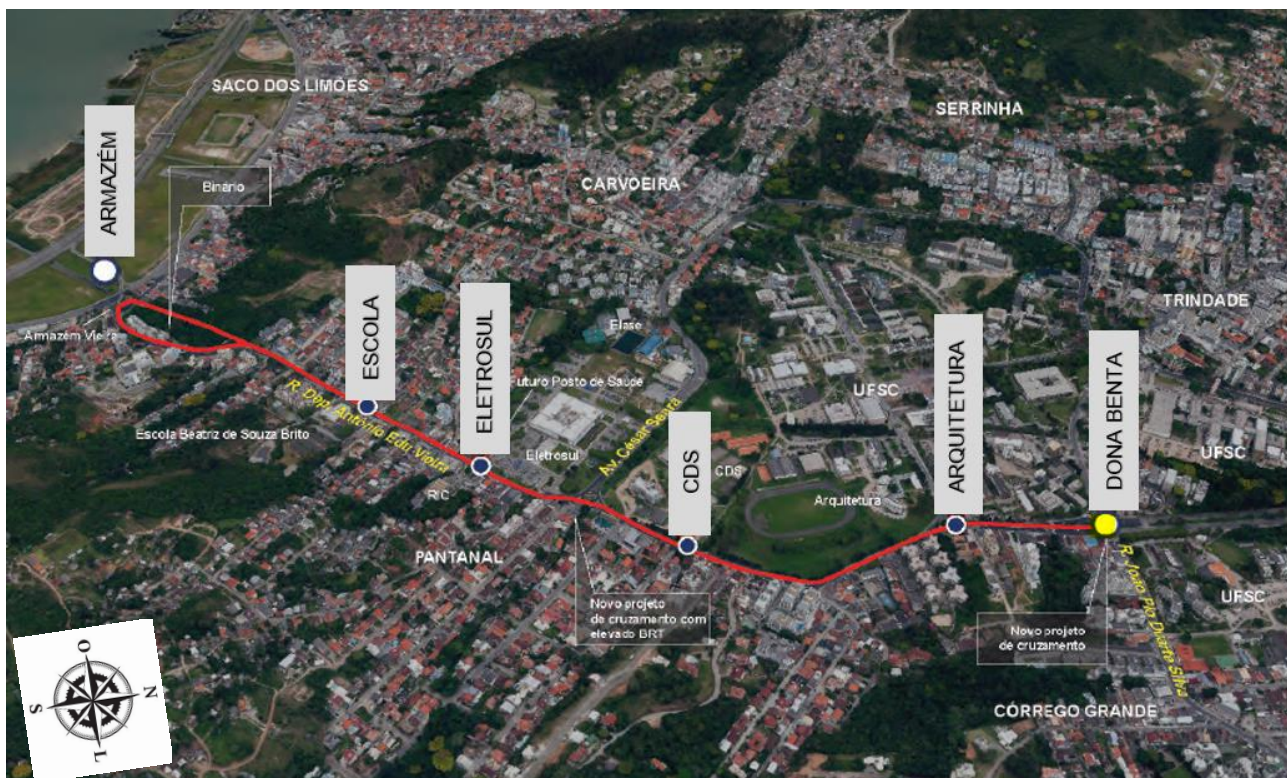
Figura 15 - Localização da Estação de BRT em Estudo



Fonte: Adaptado de SIGSC, 2016.

O projeto de duplicação da Rua Deputado Antônio Edu Vieira da PMF prevê a implementação de seis estações de BRT: em frente ao Armazém Vieira; em frente à escola E.B Beatriz de Souza Brito; em frente a Eletrosul; em frente ao Centro de Desportos (CDS) da UFSC; em frente ao prédio do curso de arquitetura da UFSC; e em frente ao restaurante Dona Benta (Figura 16). A última estação, por estar localizada no ponto com mais acessos e fluxo de pedestres e por ter um cruzamento complicado, foi selecionada para o estudo.

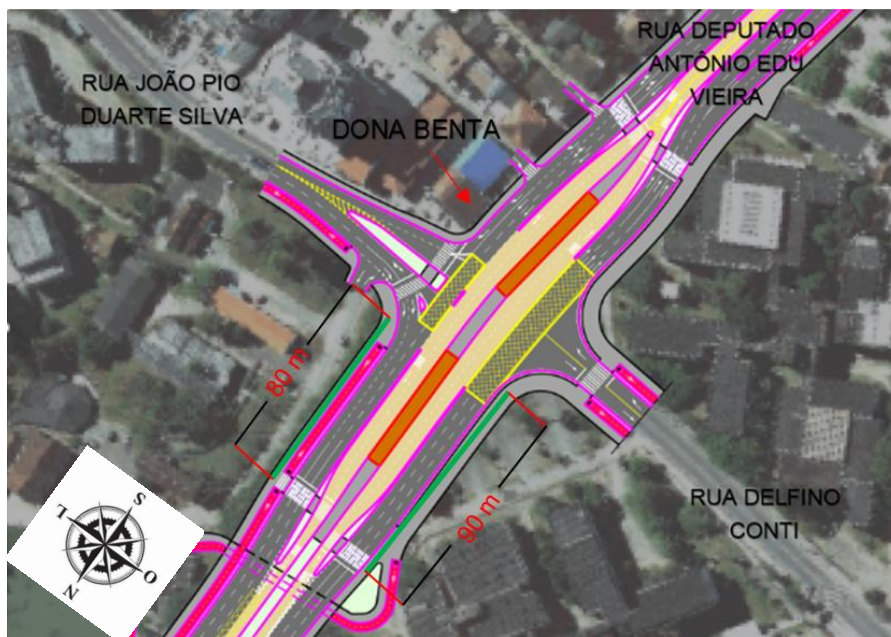
Figura 16 – Estações de BRT previstas no projeto de duplicação da Rua Deputado Antônio Edu Vieira elaborado pela PMF



Fonte: Adaptado de PROSUL, 2015.

O projeto da estação Dona Benta feito pela PMF (Figura 17) posicionou a estação no cruzamento, que foi bloqueado pelos seus dois módulos de embarque. No projeto se tem uma ligação entre as duas baías de embarque que impede a travessia de pedestres; não tem controle de acesso; e sem proteção contra intempéries (Figura 18).

Figura 17 – Planta de situação sobre imagem aérea elaborada pela PMF da estação de BRT da Dona Benta e seu entorno



Fonte: PMF, 2016.

Figura 18 – Ligação entre as baías de embarque da estação Dona Benta



Fonte: Prefeitura de Florianópolis, 2016.

O deslocamento da faixa de pedestres na intersecção em direção à Avenida Beira Mar Norte obriga os pedestres a caminhar 170 metros a mais (Figura 19) para a travessia em relação à situação atual (Figura 20), além de estar localizada onde não há concentração de pessoas.

Figura 19 – Travessia de pedestres no projeto da PMF



Fonte: Prefeitura de Florianópolis, 2016.

Figura 20 - Imagem aérea da região de implementação da estação Dona Benta no cenário atual

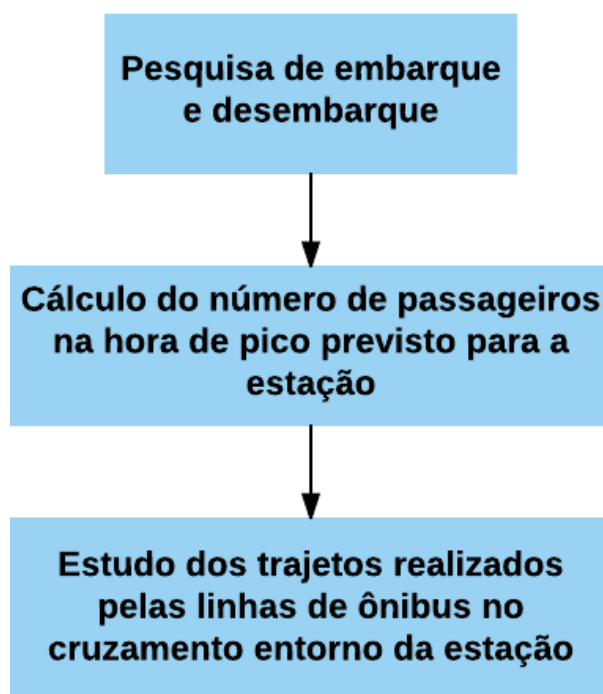


Fonte: Google Earth, 2016.

3.2 MÉTODO

A primeira etapa do trabalho é a análise das estações de BRT do projeto da PMF. Identificada a estação que mais necessita de alterações na Rua Deputado Antônio Edu Vieira utilizou-se a pesquisa sobe-desce para encontrar o número de passageiros esperado na hora de pico de embarque e desembarque na estação. Por conta da estação Dona Benta estar localizada em um cruzamento é realizado um estudo dos trajetos das linhas de ônibus que atravessam o local.

Fluxograma 2 - Método de pesquisa



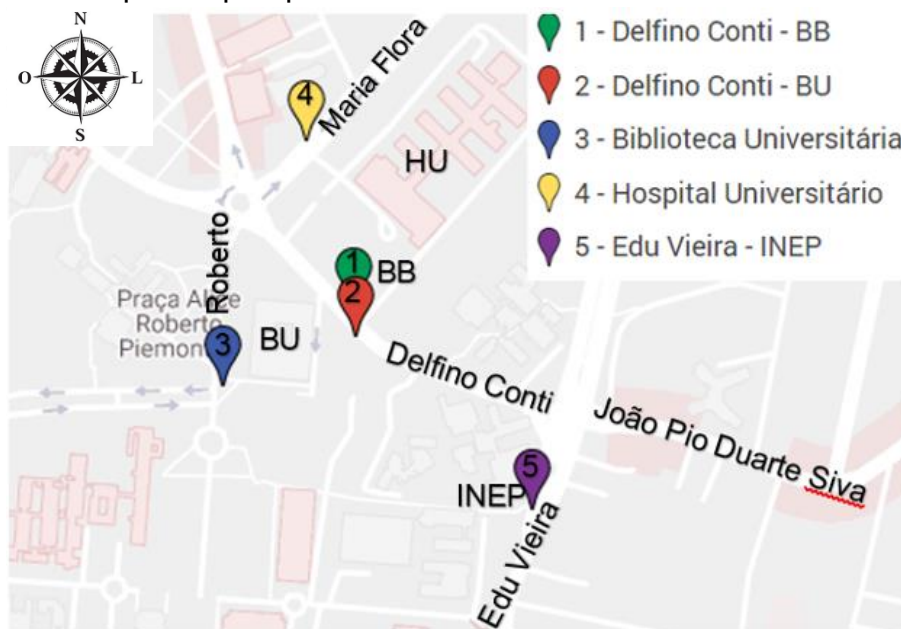
Fonte: O autor, 2016.

Em pesquisas de transporte público coletam-se três tipos de informações: descritivas (renda, idade, gênero, escolaridade); comportamentais (modalidade de pagamento da tarifa, frequência no uso dos ônibus); e preferenciais (pesquisa de opinião para obter prognósticos orientados para o futuro) (REA; PARKER, 2000). Com o objetivo de determinar o número de embarques e desembarques nos ônibus em horário de pico escolheu-se a pesquisa comportamental sobe-desce. Essa pesquisa consiste na contagem dos passageiros que embarcam e desembarcam em cada ponto de uma dada linha de ônibus (WRIGHT; HOOK, 2008). Para tanto, pesquisadores, geralmente dois, ficam

localizados próximos às portas de entrada e saída dos ônibus em cada ponto de parada ou percorrem o trajeto dentro dos ônibus.

Oito bolsistas do Observatório da Mobilidade coletaram dados de cinco pontos no entorno do campus da UFSC Trindade com maior frequência de linhas e/ou número de viagens por transporte coletivo: dois pontos da Rua Delfino Conti, um na frente do Banco do Brasil (BB) e o outro ao lado da Biblioteca Universitária (BU); outro na Rua Roberto Sampaio Gonzaga, em frente à Biblioteca Universitária; outro na Rua Profa. Maria Flora Pausewang, em frente ao Hospital Universitário; e o último na Rua Deputado Antônio Edu Vieira, em frente ao INEP (Figura 21).

Figura 21 - Pontos com maior frequência de linhas e/ou número de viagens por transporte coletivo selecionados para a pesquisa sobre-desce



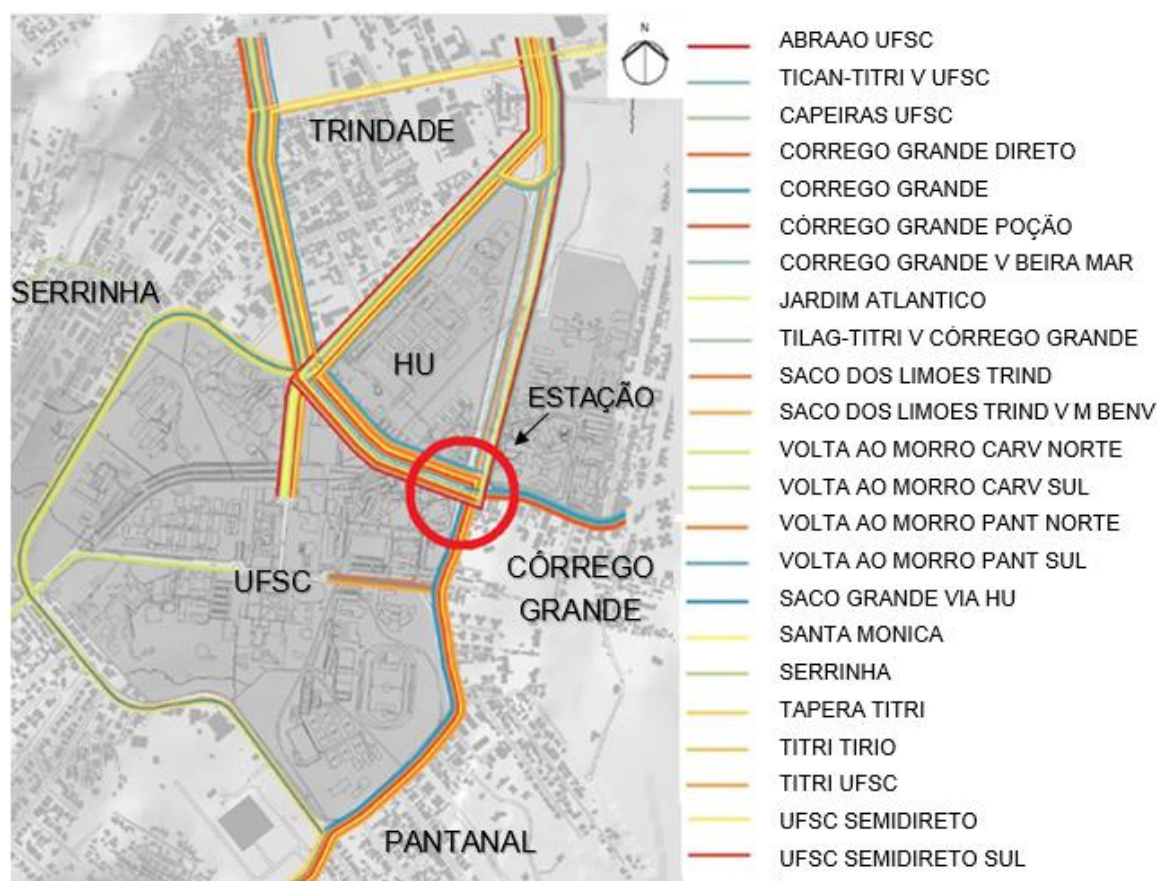
Fonte: O autor, 2016.

Ao longo de cinco dias úteis foram realizadas contagens de embarque e desembarque nos horários de pico da manhã (07h15 às 08h45), da tarde (11h30 às 14h30) e da noite (17h30 às 19h00 e das 21h30 às 22h30). Com essa amostra probabilística casual simples admite-se o comportamento padrão, e a partir dele podem-se tirar algumas conclusões, como quais linhas possuem maior demanda pelos usuários e o horário com maior embarque e desembarque do dia.

Nessas contagens foram anotados na planilha (Apêndice 1): nome do pesquisador; data; ponto de ônibus avaliado; período; o número da linha, que indica quais linhas passam pelo ponto de ônibus avaliado; hora de chegada; embarques; e desembarques.

Na pesquisa sobre-desce foram contabilizadas todas as linhas que pararam nos pontos avaliados, porém assume-se que apenas as linhas de ônibus que cruzam a região de estudo serão absorvidas pela estação de BRT. Para apurar quais linhas possuem trajeto na posição prevista da implementação da estação em estudo, através do software *Quantum Gis*³ (QGIS), utilizou-se um arquivo em Sistema de Informação Geográfica (SIG) dos trajetos das linhas de ônibus do Sistema Integrado de Mobilidade (SIM). Nesse arquivo cada linha do desenho possuía em seus atributos o nome da linha de ônibus correspondente ao trajeto desenhado. Para determinar as linhas de ônibus relevantes para o estudo foram selecionadas uma a uma as linhas que passam no entorno do campus da UFSC Trindade (Figura 22), com posterior restrição para apenas as linhas que cruzam a região de estudo (Tabela 5).

Figura 22 - Linhas de ônibus no entorno do campus da UFSC Trindade



Fonte: Adaptado de Plano Diretor Participativo da UFSC, 2011.

³ Software livre de geoprocessamento de informações.

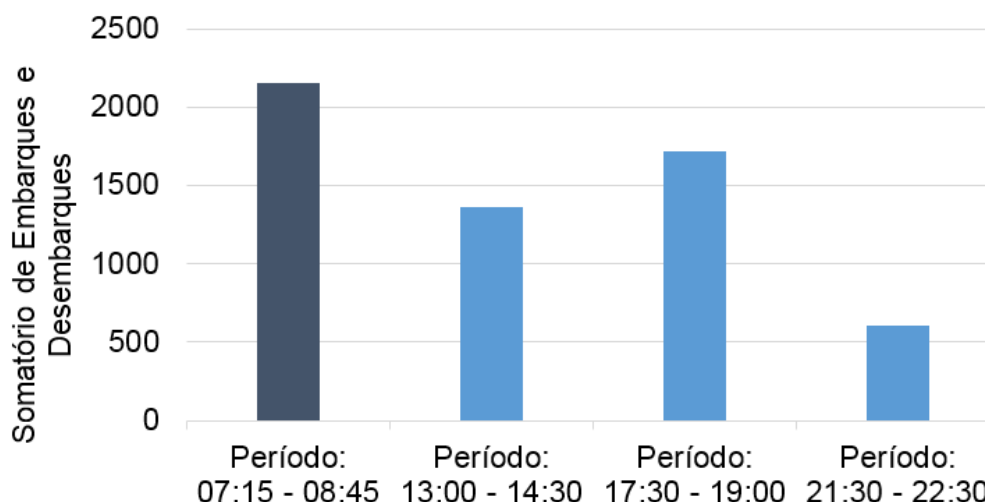
Tabela 5 - Linhas que passam no cruzamento em frente à Dona Benta

Número da Linha	Nome da Linha
100	Madrugadão UFSC
137	Volta ao Morro Pantanal Norte
138	Volta ao Morro Pantanal Sul
154	UFSC - Semidireto Saída Sul
163	Córrego Grande
164	Córrego Grande - Poção
176	Saco Grande Via HU
180	TITRI - UFSC
185	UFSC - Semidireto
187	Córrego Grande Via Beira Mar
233	TICAN - TITRI via UFSC
845	TILAG - TITRI via Córrego Grande
943	Saco dos Limões - Trindade
946	Jardim Atlântico - UFSC
948	Capoeiras - UFSC
949	Abraão - UFSC
D-163	Córrego Grande Direto

Fonte: O Autor, 2016.

Pela estação possuir dois módulos no projeto da PMF existe a possibilidade de acúmulo de passageiros apenas em um dos módulos, deixando o outro vazio. Para verificar se a retirada de um dos módulos da estação de BRT não comprometerá sua eficiência é necessário saber o número de passageiros esperado para essa estação a partir da pesquisa sobe-desce (WRIGHT; HOOK, 2008), na qual inferiu-se que o período com maior embarque e desembarque de passageiros nas linhas avaliadas é pela manhã das 7:15 às 8:45, com um total de 2152 viagens (Figura 23).

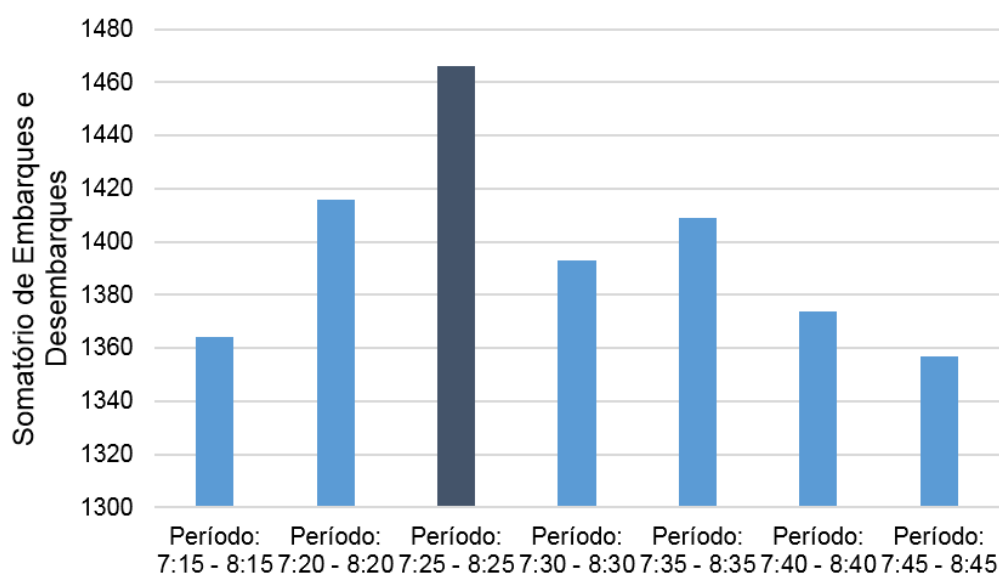
Figura 23 - Soma dos embarques e desembarques em diferentes períodos



Fonte: O autor, 2016

Utilizando o período das 7:15 às 8:45 avaliou-se o intervalo de 60 minutos onde há pico de embarques e desembarques, para tanto, ele será dividido em seis períodos variando o início e o término do período em 5 minutos (Figura 24). Com isso temos como horário de pico das 7:25 às 8:25 com somatório de embarques e desembarques de 1466 passageiros (Figura 24).

Figura 24 - Soma de Embarques e Desembarques das linhas de ônibus que cruzam a região de implementação da estação de BRT, dividido por período

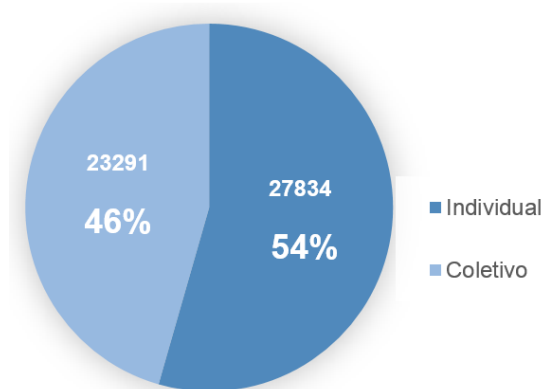


Fonte: O autor, 2016.

Após apurar o valor de 1466 embarques e desembarques de passageiros das linhas de ônibus que cruzam a região de estudo das 7:25 às 8:25 (horário de pico), faz-se uma projeção de modo a atender a uma demanda de passageiros que esteja de acordo com o aumento populacional em 20 anos. Para isso, calcularemos os passageiros esperados para o ano de 2040 no horário de pico de um dia útil.

Na região prevista para implementação da estação na Rua Deputado Antônio Edu Vieira tem-se a Zona de Tráfego 11071. A partir da planilha da pesquisa Origem/Destino realizada pelo PLAMUS (MARTINS *et al.*, 2015) foram avaliadas as viagens motorizadas realizadas com origem ou destino essa Zona, chegando ao valor de 54% de transporte individual e 46% de transporte coletivo (Figura 25).

Figura 25 - Distribuição das viagens por modo de transporte na zona 11071



Fonte: Adaptado de Martins *et al.*, 2015.

Como a divisão modal no Cenário Base para toda a Grande Florianópolis é diferente da divisão apenas para a Zona 11071, a projeção do aumento do número de viagens é calculada a partir do crescimento do número total de viagens, influenciado pelo crescimento populacional, e pelo aumento do uso de transporte coletivo, influenciado por medidas que atraiam usuários do transporte individual para o coletivo.

Partindo de 1466 embarques e desembarques e assumindo que ele equivale a 46% do total de viagens motorizadas (Gráfico 3) chega-se ao valor total de 3187 viagens motorizadas.

Equação 1 – Viagens Motorizadas no ano de 2016 para a Zona 11071

Viagens Motorizadas 2016

$$= Viagens\ Transp.\ Coletivo \times \frac{100}{Porcentagem\ Viagens\ Transp.\ Coletivo}$$

Fonte: O autor, 2016.

No ano de 2015 o total de viagens na Grande Florianópolis no Cenário Base é de aproximadamente 397 milhões e em 2020 se têm aproximadamente 438 milhões de viagens, o que equivale a um aumento de 10% nesses cinco anos (MARTINS et al., 2015). Com 3187 viagens motorizadas na Zona 11071 no ano de 2016 e com o aumento de 10% tem-se 3514 viagens em 2020.

Equação 2 – Viagens Motorizadas no ano de 2020 no Cenário Base para a Zona 11071

Viagens Motorizadas 2020 Cenário Base

= Viagens Motorizadas 2016

× Aumento Viagens Motorizadas entre 2015 e 2020 Cenário Base

Fonte: O autor, 2016

No Cenário Base tem-se no ano de 2015 que 34,65% das viagens são realizadas por transporte coletivo, com projeção de 36,15% para o ano de 2020 (Tabela 6), o que corresponde a um aumento de 4,33% nesses cinco anos (MARTINS et al., 2015). Com 46% das viagens por transporte coletivo na Zona 11071 em 2016 e com o aumento de 4,33% se tem 48% das viagens em 2020.

Tabela 6 – Divisão modal no Cenário Base nos anos de 2015 e 2020

Modo de transporte	2015	2020
Individual	65,35%	63,85%
Coletivo	34,65%	36,15%

Fonte: Martins et al., 2015.

Equação 3 – Crescimento das viagens por transporte coletivo entre os anos 2015 e 2020

$$\text{Crescim. Viagens Transp. Coletivo 2015 a 2020} = \frac{(\text{Transp. Coletivo 2020}) \times 100}{\text{Transp. Coletivo 2015}} - 100$$

Fonte: O autor, 2016.

Equação 4 – Viagens por transporte coletivo no ano de 2020 no Cenário Base

Viagens Transp. Coletivo 2020 Cenário Base

= Viagens Transp. Coletivo 2015 Cenário Base

× Aumento do uso do Transporte Coletivo entre 2015 e 2020 Cenário Base

Fonte: O autor, 2016.

O Cenário Base não contempla os investimentos em infraestrutura, tratamento do espaço público e uso e ocupação do solo previstos em conjunto com a implementação do sistema de BRT. Em vista disso iremos utilizar as viagens transporte público simulada no cenário BRT + Desenvolvimento Urbano Orientado com 43,40% (Tabela 7), que contempla esses investimentos, em comparação ao Cenário Base com 36,15% (Tabela 6), chegando ao crescimento de 20%(PLAMUS, 2014).

Tabela 7 – Divisão modal no cenário BRT + Orientado no ano de 2020

Modo de transporte	2020	2040
Individual	56,60%	55,00%
Coletivo	43,40%	45,00%

Fonte: Martins *et al.*, 2015.

Equação 5 – Aumento das viagens por transporte coletivo do Cenário Base para o Cenário Orientado

$$\begin{aligned} & \text{Aumento Viagens Transp. Coletivo Cenário Base para Cenário Orientado} \\ &= \frac{(\text{Transp. Coletivo Cenário Orientado}) \times 100}{\text{Transp. Coletivo Cenário Base}} - 100 \end{aligned}$$

Fonte: O autor, 2016

A partir do aumento de 20 % no uso do transporte coletivo, com 48% das viagens por transporte público na Zona 11071 em 2020 se tem 57,60% das viagens em 2020 no cenário BRT + Desenvolvimento Orientado.

Equação 6 – Viagens por transporte coletivo no ano de 2020 no Cenário Orientado

$$\begin{aligned} & \text{Viagens Transp. Coletivo 2020 Cenário Orientado} \\ &= \text{Viagens Transp. Coletivo 2020 Cenário Base} \\ &\quad \times \text{Aumento Viagens Transp. Coletivo Cenário Base para Cenário Orientado} \end{aligned}$$

Fonte: O autor, 2016.

No ano de 2020 o total de viagens na Grande Florianópolis no Cenário BRT + Desenvolvimento Orientado é de aproximadamente 1,5 bilhão e em 2020 se têm aproximadamente 2 bilhões de viagens em 2040, o que equivale a um aumento de 33% nesses vinte anos.

Equação 7 – Crescimento das viagens por transporte coletivo entre os anos de 2020 e 2040 no Cenário Orientado

Crescim. Viagens Transp. Coletivo 2020 a 2040

$$= \frac{(\text{Transp. Coletivo Cenário Orientado 2040}) \times 100}{\text{Transp. Coletivo Cenário Orientado 2020}} - 100$$

Fonte: O autor, 2016.

A partir do aumento de 33% no uso do transporte coletivo, com 3514 viagens motorizadas na Zona 11071 no ano de 2020 se tem 4680 viagens em 2040.

Equação 8 – Viagens motorizadas no ano de 2040 no Cenário Orientado

Viagens Motorizadas 2040 Cenário Orientado

= Viagens Motorizadas 2020 Cenário Base

× Aumento Viagens Motorizadas entre 2020 e 2040

Fonte: O autor, 2016.

Com 57,60% das viagens por transporte público na Zona 11071 e um total de 4680 viagens se tem 2696 viagens por transporte público no ano de 2020 no Cenário Base.

No ano de 2040, as viagens de transporte coletivo no cenário BRT + Desenvolvimento Orientado correspondem a 45% do total, com um aumento de 3,68% em relação a 2020.

Equação 9 – Crescimento das viagens por transporte coletivo entre os anos de 2020 e 2040

$$\text{Crescim. 2020 a 2040} = \frac{(\text{Transp. Coletivo 2040}) \times 100}{\text{Transp. Coletivo 2020}} - 100$$

Fonte: O autor, 2016.

A partir do aumento de 3,68% no uso do transporte coletivo, com 57,60% das viagens por transporte público na Zona 11071 em 2020 se tem 59,70% das viagens em 2040.

Equação 10 – Viagens por transporte coletivo no ano de 2040 no Cenário Orientado

Viagens Transp. Coletivo em 2040 Cenário Orientado

= Viagens Transp. Coletivo 2020 Cenário Orientado

× Aumento do uso do Transporte Coletivo 2020 a 2040 Cenário Orientado

Fonte: O autor, 2016.

Com 59,70% das viagens por transporte público e um total de 4680 viagens na Zona 11071 se tem 2795 viagens por transporte público no ano de 2040.

Com o valor de 2795 embarques e desembarques das 7:25 às 8:25 (horário de pico) esperado para o ano de 2040, comparado esse valor com a capacidade da estação e verificado se a estação suporta essa demanda. Para esse cálculo considerou-se que a porcentagem da capacidade total do veículo a ser ocupada seria de 80%, valor típico para os horários de pico no TransMilenio de Bogotá (WRIGHT; HOOK, 2008); que a frequência de veículos na estação seria de 15 veículos por hora (1 veículo a cada 4 minutos); que os veículos operam em uma via de ônibus segregada no canteiro central; que a estação possui embarque em nível; e que a capacidade seria calculada variando o número de baias de parada (1, 2 ou 4); e os tipos de veículos (padrão, articulado e biarticulado), como consta na tabela 8. Os valores da tabela 8 são meramente exemplos, pois os potenciais de capacidade reais para uma dada cidade variam em função das circunstâncias locais.

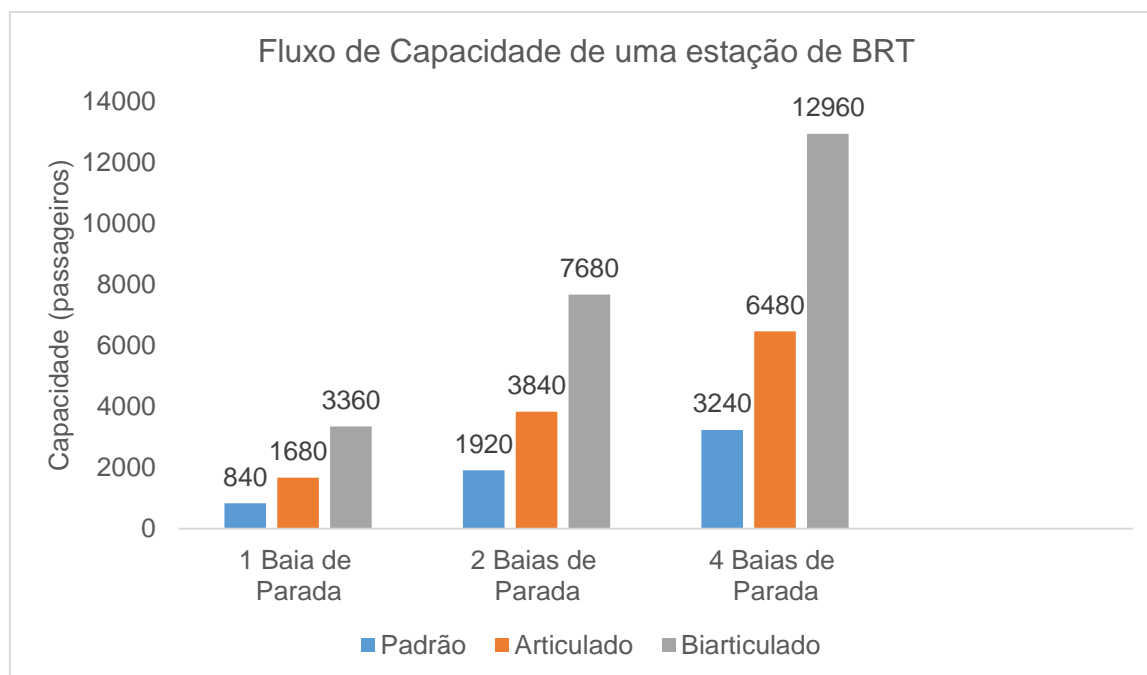
Equação 11 – Capacidade do corredor exclusivo de ônibus em um sistema de BRT

Capacidade do corredor $\left(\frac{\text{passageiros}}{\text{hora} \times \text{sentido}} \right) = \text{Capacidade do Veículo} \left(\frac{\text{passageiros}}{\text{veículo}} \right) \times$

Fator de Ocupação \times *Frequência de Serviço* $\left(\frac{\text{veículos}}{\text{hora}} \right) \times \text{Número de Baias}$

Fonte: O autor, 2016.

Figura 26 - Capacidade de corredores de BRT



Fonte: Adaptado de WRIGHT; HOOK, 2008.

A partir do cálculo da capacidade infere-se que a estação consegue atender, com as considerações feitas, a 3240 embarques e desembarques por sentido se utilizado um ônibus biarticulado com capacidade de 270 passageiros (Tabela 8). Se comparado com a capacidade de passageiros com quatro baias de parada e uso do ônibus padrão (70 passageiros) o valor quase se iguala nessa situação. Com 2795 embarques e desembarques na Zona 11071 em 2040 a estação consegue atender satisfatoriamente esse fluxo de capacidade com uma baía de parada e utilizando ônibus biarticulado.

Outro motivo para a escolha de apenas um módulo de embarque é devido ao fato de que 74% das viagens (Tabela 9) nessa estação são transportadas por duas linhas, o UFSC Semidireto (linha 185) e o TIKAN-TITRI Via UFSC (linha 233). Por conta disso uma segunda baía de parada pode acarretar no acúmulo de passageiros em apenas uma, deixando a outra subutilizada.

Tabela 8 - Somatório de embarque e desembarque no período das 7:25 às 8:25 das linhas de ônibus que cruzam a região da estação

Linhas de Ônibus	Somatório Embarques e Desembarques (%)
Outras Linhas	26%
Linha 233	20%

Fonte: O autor, 2016.

A linha 185, UFSC Semidireto, transporta passageiros do Terminal Central (TICEN) para a UFSC (Figura 27). Os principais passageiros dessa linha são oriundos de cidades vizinhas ou bairros que precisam atravessar as pontes Pedro Ivo Campos e Colombo Sales. Por ser uma linha expressa ela possui alta frequência de viagens; poucas paradas; e transita em vias arteriais, com os maiores trechos na Avenida Beira Mar Norte e pelo túnel Antonieta de Barros com velocidade diretriz de 80km/h.

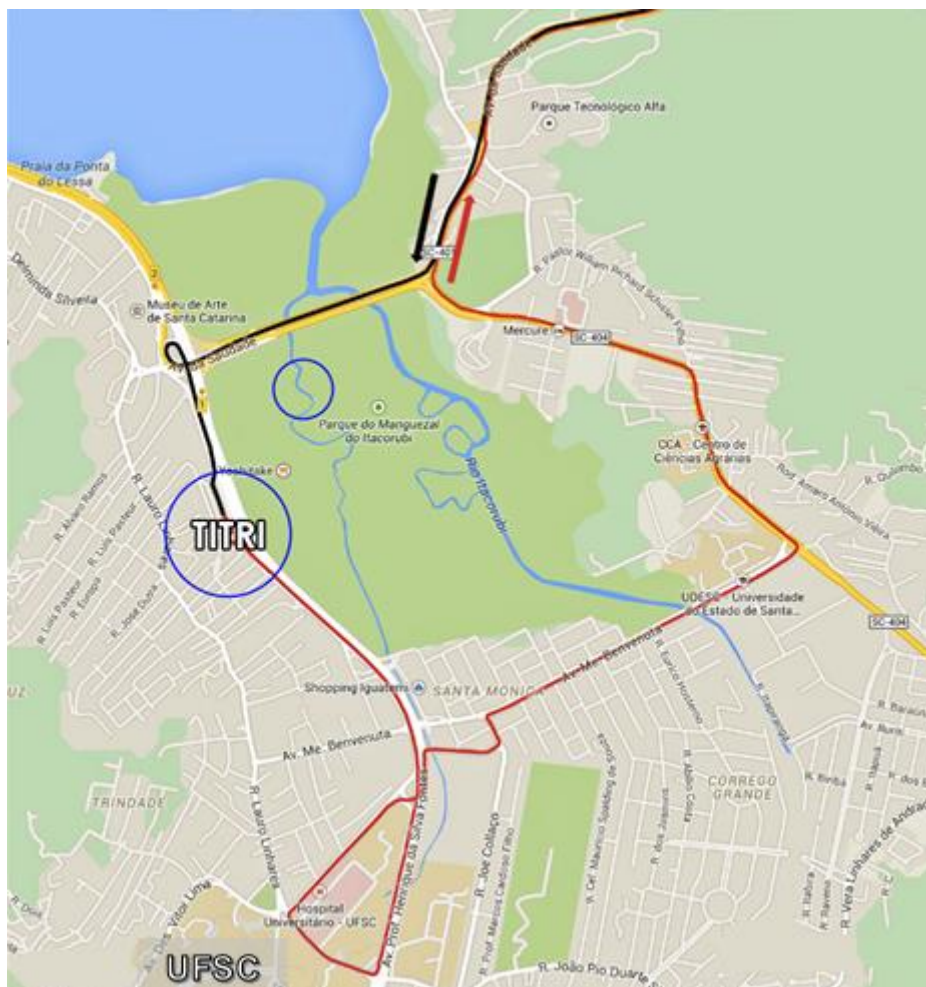
Figura 27 – Trajeto linha UFSC Semidireto



Fonte: Consórcio Fênix, 2016.

A linha 233, TICAN-TITRI Via UFSC, transporta os passageiros do Terminal de Canasvieiras (TICAN), terminal que atrai viagens de todo o norte da ilha de Florianópolis, com destino a UFSC (Figura 28). Nesse trajeto ela passa por três grandes polos geradores de tráfego, o Shopping Iguatemi, o Floripa Shopping e a UFSC. É uma linha expressa com maior trecho a SC-401, via arterial com velocidade diretriz de 80km/h, além de ser a única linha que faz esse trajeto direto.

Figura 28 - Trajeto da linha TIKAN-TITRI Via UFSC na Bacia do Itacorubi



Fonte: Consórcio Fênix, 2016.

Ao retirar uma das baías de embarque a posição da estação Dona Benta é deslocada em direção à Avenida Beira Mar Norte, o que acarreta a modificação dos trajetos realizados pelas linhas de ônibus que passam no cruzamento. Para avaliar se essa mudança nos trajetos trará redução, aumento, ou permanece igual os trajetos realizados pelos ônibus em comparação ao projeto da PMF. Para tanto são calculadas as distâncias percorridas para realizar o cruzamento de acordo com a rua de origem e destino de todas as viagens de ônibus em um dia útil. Para descobrir o número de viagens por cada linha avaliada em um dia útil foi consultado o itinerário de cada linha no site do operador (Consortio Fenix, 2016) e somadas individualmente.

Nas viagens com origem a Rua Delfino Conti e destino a Rua João Pio há um aumento de 550 metros⁴ na distância percorrida por viagem em relação ao projeto da PMF (Figura 29). Para encontrar o total de viagens realizadas em quilômetros em um dia útil multiplica-se o total de 97 partidas da estação (Tabela 10) com o aumento de 550 metros, com resultado de aproximadamente 53 quilômetros/dia.

Equação 12 – Trajeto adicional a ser realizado pelas linhas de ônibus

$$\text{Trajeto Adicional Total} = \text{Total Partidas} \times \text{Trajeto Adicional}$$

Fonte: O autor, 2016

Tabela 9 - Número de partidas de linhas de ônibus que passam pelo cruzamento em frente ao restaurante Dona Benta com origem a Rua Delfino Conti e destino a Rua João Pio

Delfino Conti para João Pio		Partidas
163	Córrego Grande	28
D 163	Córrego Grande - Direto	7
164	Córrego Grande Poção	16
1115	EXEC. Córrego Grande GD	41
845	TILAG - TITRI Via Córrego	5
TOTAL		97

Fonte: O autor, 2016.

⁴ Todos os valores de distância foram medidos a partir do *software* Google Earth Pro.

Figura 29 - Trajeto das linhas de ônibus que passam pelo cruzamento em frente ao restaurante Dona Benta com origem a Rua Delfino Conti e destino a Rua João Pio



Fonte: Adaptado de PMF, 2016.

Nas viagens com origem a Rua Delfino Conti e destino a Avenida Beira Mar Norte as distâncias percorridas pelas linhas de ônibus são as mesmas em relação ao projeto da PMF (Figura 30). As linhas que possuem essa origem e destino estão na tabela 11. Além disso, essa mudança reduz a distância que veículos de emergência vindo da Rua Delfino Conti com destino a Avenida Beira Mar Norte precisam percorrer, levando em consideração que o Hospital Universitário está localizado a 600 metros do cruzamento, na Rua Maria Flora Pausewang.

Tabela 10 - Número de partidas de linhas de ônibus que passam pelo cruzamento em frente ao restaurante Dona Benta com origem a Rua Delfino Conti e destino a Avenida Beira Mar Norte

Delfino Conti para Beira Mar Partidas	
180 TITRI - UFSC	17

Fonte: O autor, 2016.

Figura 30 - Trajeto das linhas de ônibus que passam pelo cruzamento em frente ao restaurante Dona Benta com origem a Rua Delfino Conti e destino a Beira Mar Norte



Fonte: Adaptado de PMF, 2016.

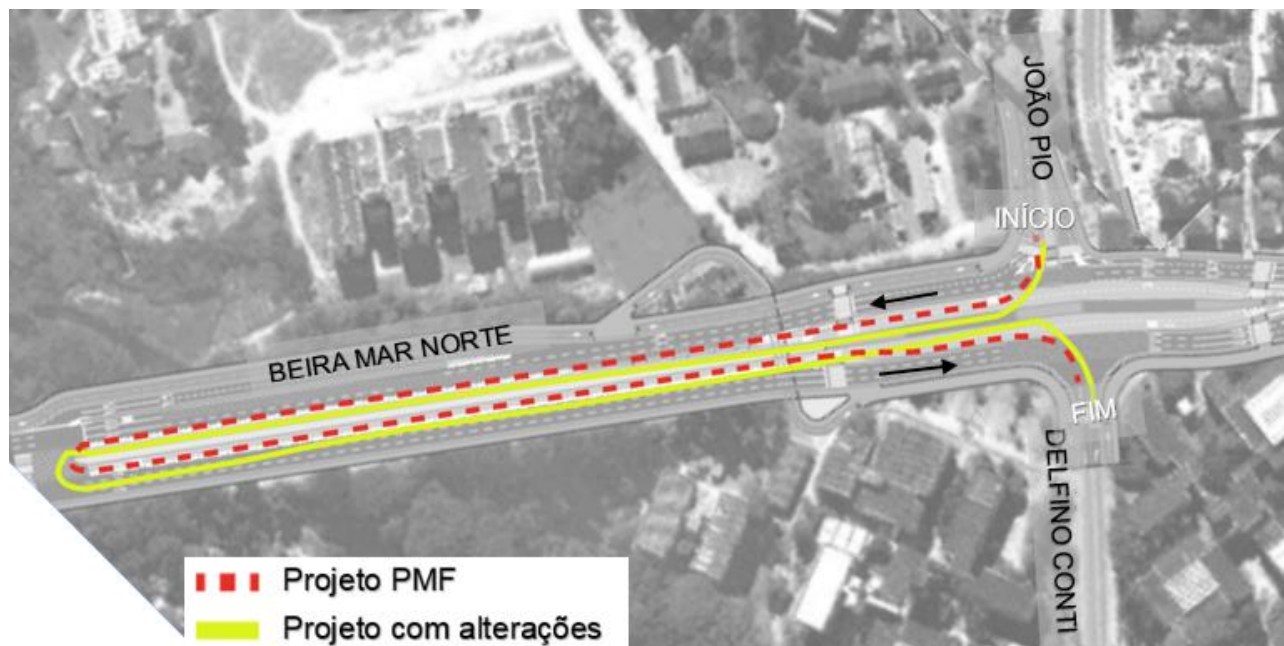
Nas viagens com origem a Rua João Pio Duarte Silva e destino a Rua Delfino Conti as distâncias percorridas pelas linhas de ônibus são as mesmas em relação ao projeto da PMF (Figura 31). As linhas que possuem essa origem e destino estão na tabela 12.

Tabela 11 - Número de partidas de linhas de ônibus que passam pelo cruzamento em frente ao restaurante Dona Benta com origem a Rua João Pio Duarte Silva e destino a Rua Delfino Conti

João Pio para Delfino Conti		Partidas
163	Córrego Grande	27
D163	Córrego Grande - Direto	7
164	Córrego Grande Poção	15
1115	EXEC. Córrego Grande GD	40
845	TILAG - TITRI Via Córrego	5
TOTAL		94

Fonte: O autor, 2016.

Figura 31 - Trajeto das linhas de ônibus que passam pelo cruzamento em frente ao restaurante Dona Benta com origem a Rua João Pio e destino a Rua Delfino Conti



Fonte: Adaptado de PMF, 2016.

Nas viagens com origem a Rua João Pio Duarte Silva e destino a Rua Deputado Antônio Edu Vieira as distâncias percorridas pelas linhas de ônibus são as mesmas em relação ao projeto da PMF (Figura 32). As linhas que possuem essa origem e destino estão na tabela 13.

Tabela 12 - Número de partidas de linhas de ônibus que passam pelo cruzamento em frente ao restaurante Dona Benta com origem a Rua João Pio Duarte Silva e destino a Rua Edu Vieira

João Pio para Edu Vieira		Partidas
176	Saco Grande Via HU	19

Fonte: O autor, 2016.

Figura 32 - Trajeto das linhas de ônibus que passam pelo cruzamento em frente ao restaurante Dona Benta com origem a Rua João Pio e destino a Rua Edu Vieira



Fonte: Adaptado de PMF, 2016.

Nas viagens com origem a Rua Deputado Antônio Edu Vieira e destino a Rua Delfino Conti há uma redução de 880 metros na distância percorrida por cada linha de ônibus em relação ao projeto da PMF (Figura 33). Para encontrar o total de viagens realizadas em quilômetros em um dia útil multiplica-se o total de 97 partidas (Tabela 14) com a redução de 880 metros, com resultado de aproximadamente 78 quilômetros/dia. Essa mudança também reduz a distância que veículos de emergência vindo da Rua Deputado Antônio Edu Vieira com destino a Rua Delfino Conti.

Equação 13 – Redução no trajeto total com a modificação no cruzamento

$$\text{Redução Trajeto Total} = \text{Total Partidas} \times \text{Trajeto Reduzido}$$

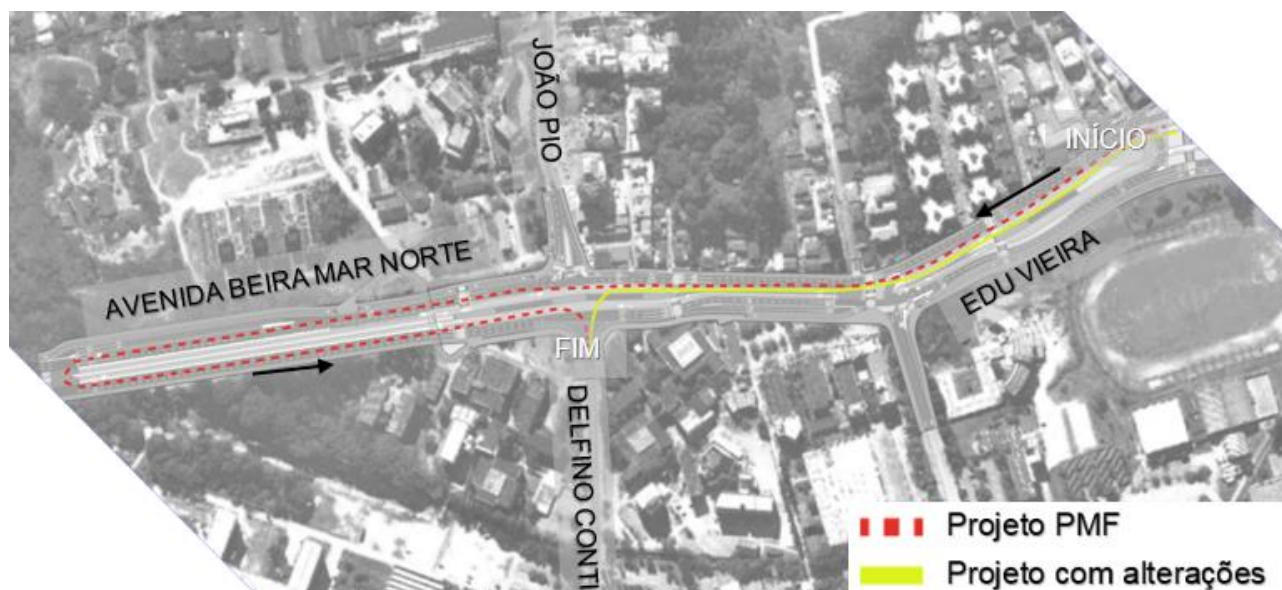
Fonte: O autor, 2016.

Tabela 13 - Número de partidas de linhas de ônibus que passam pelo cruzamento em frente ao restaurante Dona Benta com origem a Rua Edu Vieira e destino a Rua Delfino Conti

Edu Vieira para Delfino Conti			Partidas
138	Volta ao Morro Pantanal Sul		55
154	UFSC Semidireto Saída Sul		13
943	Saco dos Limões - Trindade		12
946	Jd. Atlântico - UFSC		3
948	Capoeiras - UFSC		3
949	Abraão - UFSC		3
3002	EXEC. Jardim Atlântico / UFSC		4
3001	EXEC. Abraão / UFSC		4
TOTAL			97

Fonte: O autor, 2016.

Figura 33 - Trajeto das linhas de ônibus que passam pelo cruzamento em frente ao restaurante Dona Benta com origem a Rua Edu Vieira para a Rua Delfino Conti



Fonte: Adaptado de PMF, 2016.

Nas viagens com origem a Avenida Beira Mar Norte e destino a Rua João Pio há um aumento de 800 metros na distância percorrida por cada linha de ônibus em relação ao projeto da PMF (Figura 34). Para encontrar o total de viagens realizadas em quilômetros em um dia útil multiplica-se o total de 2 partidas (Tabela 15) com a redução de 800 metros, com resultado de 1,6 quilômetros/dia.

Tabela 14 - Número de partidas de linhas de ônibus que passam pelo cruzamento em frente ao restaurante Dona Benta com origem a Avenida Beira Mar Norte e destino a Rua João Pio

Beira Mar para João Pio		Partidas
187	Córrego Grande V. Beira Mar	2

Fonte: O autor, 2016.

Figura 34 - Trajeto das linhas de ônibus que passam pelo cruzamento em frente ao restaurante Dona Benta com origem a Avenida Beira Mar Norte e destino a Rua João Pio



Fonte: Adaptado de PMF, 2016.

Alguns trajetos não precisam ser avaliados por não atravessarem o cruzamento, são eles: origem Rua DelFINO CONTI e destino Rua Deputado Antônio Edu Vieira; origem João Pio Duarte Silva e destino Avenida Beira Mar Norte; origem Avenida Beira Mar Norte e destino Rua Deputado Antônio Edu Vieira.

Com perda de 53 quilômetros nas viagens com origem a Rua DelFINO CONTI e destino a Rua João Pio; redução de 78 quilômetros nas viagens com origem a Rua Deputado Antônio Edu Vieira e destino a Rua DelFINO CONTI; e redução de 1,6 quilômetros/dia (Tabela 16) há uma redução de 16,6 quilômetros em um dia útil com a modificação do cruzamento do projeto da PMF; redução de 365km em um mês; e 4382km em um ano (Tabela 17). Essa redução traz benefícios ao passageiro, pois reduz o tempo do deslocamento até o destino final, e ao operador das linhas, pois reduz o custo de operação delas.

Tabela 15 – Resultado da modificação do cruzamento nos trajetos percorridos pelas linhas de ônibus

Beira Mar para João Pio	Edu Vieira para Delfino Conti	João Pio para Edu Vieira	João Pio para Delfino Conti	Delfino Conti para Beira Mar	Delfino Conti para João Pio
Redução de 1,6 Km/dia	Redução de 78km/dia	Trajeto não se altera	Trajeto não se altera	Trajeto não se altera	Aumento de 53km/dia

Fonte: O autor, 2016.

Tabela 16 – Redução no trajeto das linhas de ônibus com a modificação do cruzamento

Tempo	Redução no trajeto
1 dia útil	16,6km
1 mês	365km
1 ano	4382km

Fonte: O autor, 2016.

O deslocamento da posição da estação, decorrente da retirada de uma das baías de embarque, ficando apenas com uma, modificou o cruzamento e as conversões das linhas de ônibus. Isso possibilitou que as conversões pudessem ser redesenhadas, além da criação de novas possibilidades de conversão.

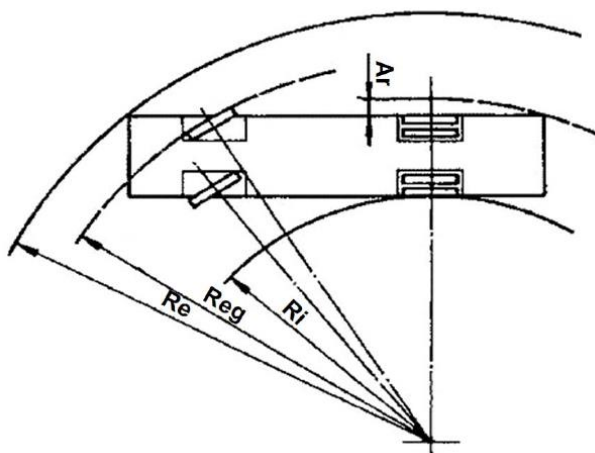
Para desenhar um cruzamento é necessário avaliar se os raios de curvatura em cada conversão atendem aos valores mínimos e máximos de manobrabilidade, assim possibilitando uma conversão segura. Para isso foram utilizados os valores de raio externo entre paredes (Re); raio externo entre guias (Reg); e raio interno entre guias (Ri) de ônibus padrão, articulado e biarticulado (Tabela 18)(Figura 35).

Tabela 17 – Valores de manobrabilidade para ônibus padrão, articulado e biarticulado

Manobrabilidade	Valores para veículos Padrão, Articulado e Biarticulado (metros)
Raio Externo Entre Paredes (Re)(max)	14,0
Raio Externo Entre Guias (Reg)(max)	12,0
Raio Interno Entre Guias (Ri)(min)	5,0

Fonte: SPTrans, 2007.

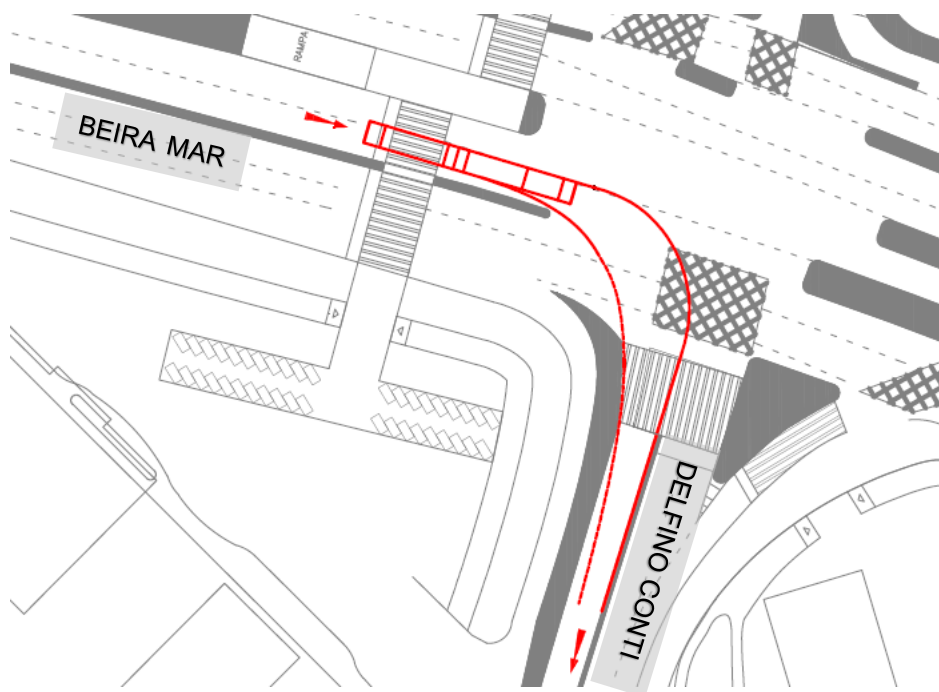
Figura 35 – Raio externo entre paredes (Re); raio externo entre guias (Reg); e raio interno entre guias (Ri) de um veículo



Fonte: SPTrans, 2007.

Nas Viagens com origem a Avenida Beira Mar Norte e destino a Rua Delfino Conti são previstos ônibus biarticulados, por ser o trajeto das linhas UFSC Semidireto (185) e TIKAN-TITRI via UFSC (233), as quais possuem maior demanda de viagens entre as que trafegam no cruzamento. Na figura 36 tem-se o espaço ocupado pelo ônibus nessa conversão com valores mínimos e máximos de manobrabilidade (Tabela 18).

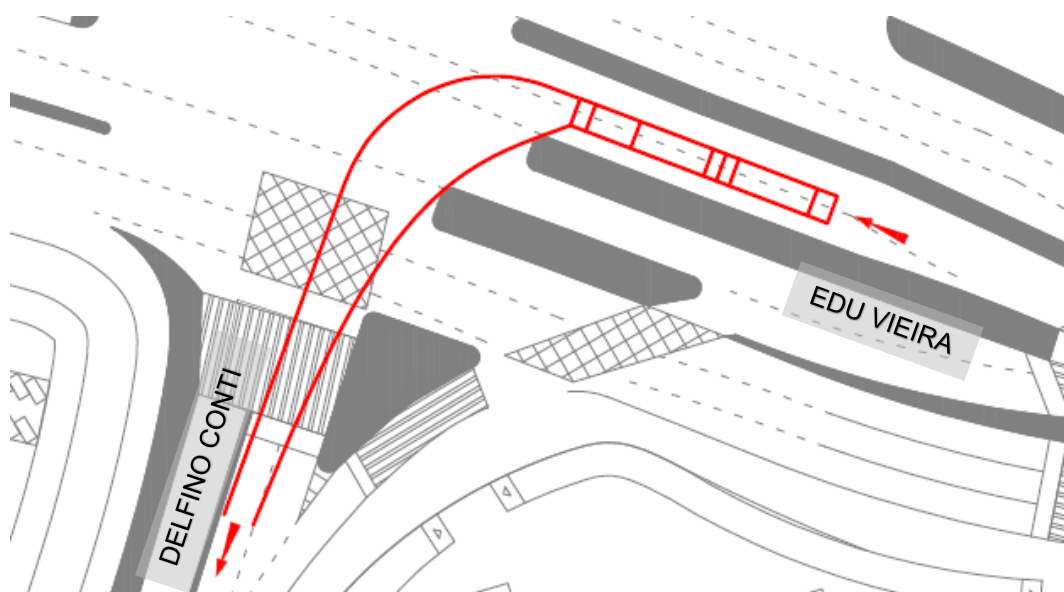
Figura 36 – Espaço ocupado por um ônibus biarticulado com origem a Avenida Beira Mar Norte e destino a Rua Delfino Conti



Fonte: O autor, 2016.

Nas Viagens com origem a Rua Deputado Antônio Edu Vieira e destino a Rua Delfino Conti são previstos ônibus biarticulados. Na figura 37 tem-se o espaço ocupado pelo ônibus nessa conversão com valores mínimos e máximos de manobrabilidade (Tabela 18).

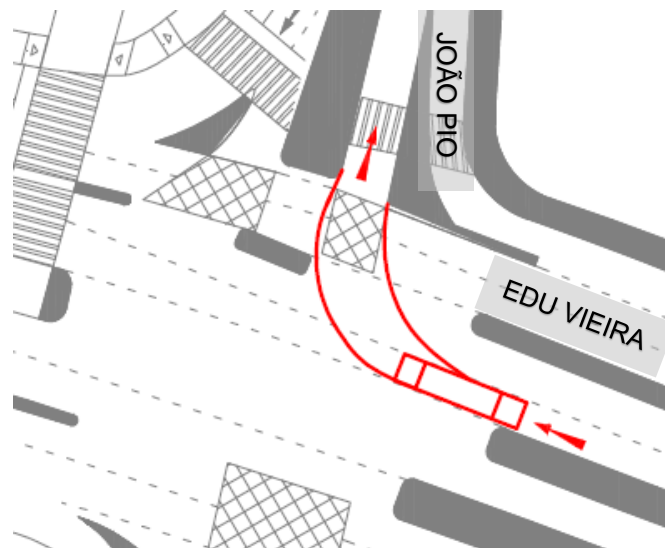
Figura 37 - Espaço ocupado por um ônibus biarticulado com origem a Rua Deputado Antônio Edu Vieira e destino a Rua Delfino Conti



Fonte: O autor, 2016.

Nas Viagens com origem a Rua Deputado Antônio Edu Vieira e destino a Rua João Pio Duarte Silva são previstos ônibus padrão, pois as linhas que realizam esse trajeto atendem à demanda de viagens apenas com um ônibus desse tipo. Na figura 38 tem-se o espaço ocupado pelo ônibus nessa conversão com valores mínimos e máximos de manobrabilidade (Tabela 18).

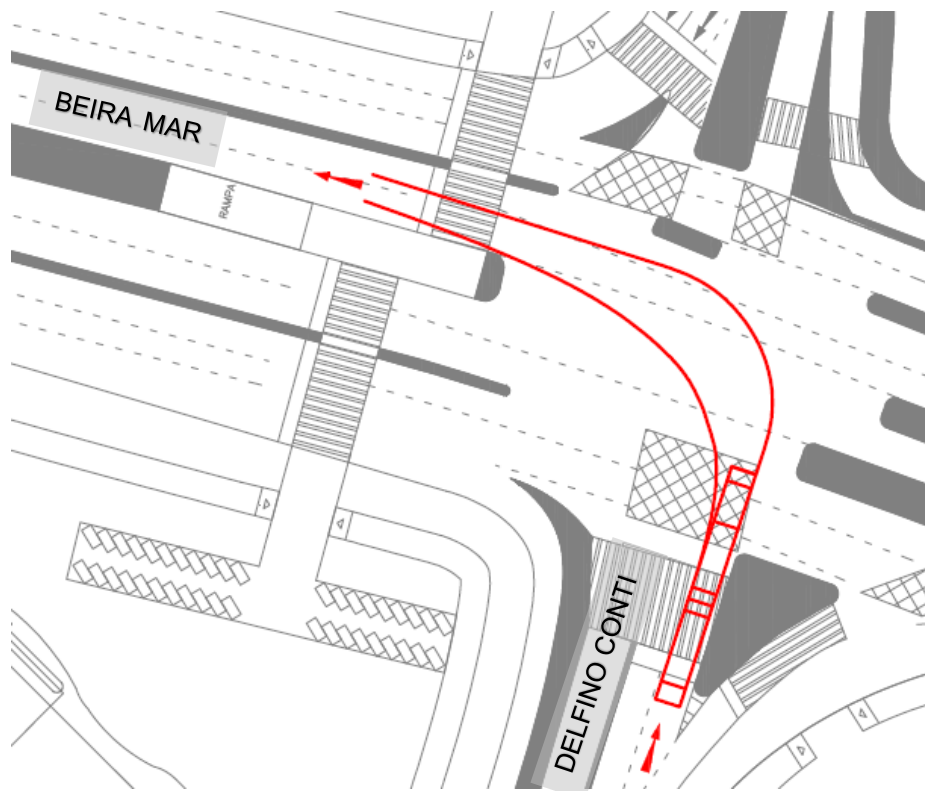
Figura 38 – Espaço ocupado por um ônibus padrão com origem a Rua Deputado Antônio Edu Vieira e destino a Rua João Pio Duarte Silva



Fonte: O autor, 2016.

Nas Viagens com origem a Rua Delfino Conti e destino a Avenida Beira Mar Norte são previstos ônibus biarticulados. Na figura 39 tem-se o espaço ocupado pelo ônibus nessa conversão com valores mínimos e máximos de manobrabilidade (Tabela 18).

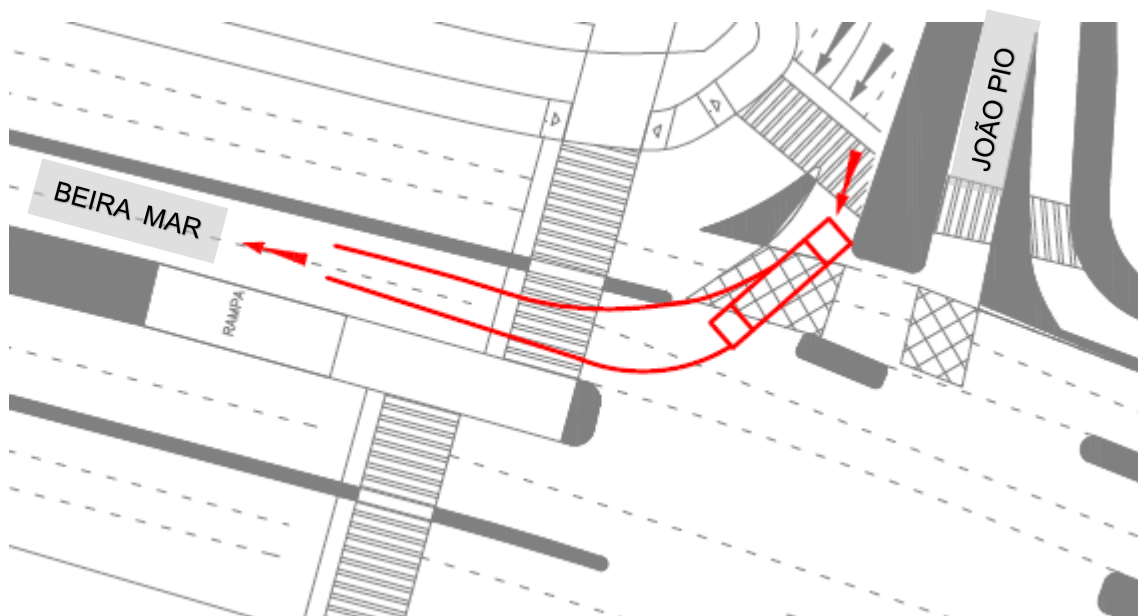
Figura 39 – Espaço ocupado por um ônibus biarticulado com origem a Rua Delfino Conti e destino a Avenida Beira Mar Norte



Fonte: O autor, 2016.

Nas Viagens com origem a Rua João Pio Duarte Silva e destino a Avenida Beira Mar Norte são previstos ônibus padrão. Na figura 40 tem-se o espaço ocupado pelo ônibus nessa conversão com valores mínimos e máximos de manobrabilidade (Tabela 18).

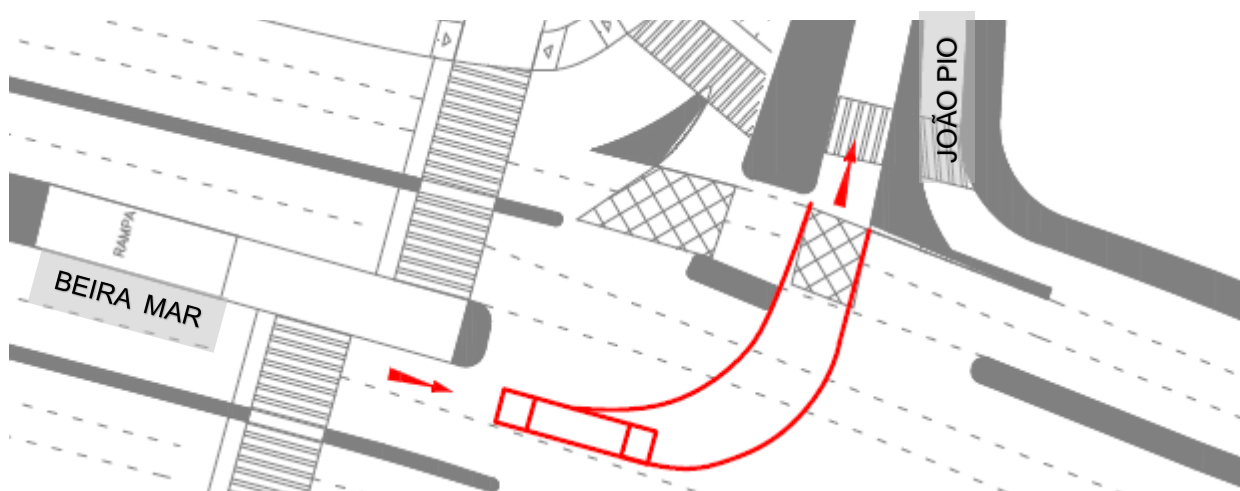
Figura 40 – Espaço ocupado por um ônibus padrão com origem a Rua João Pio Duarte Silva e destino a Avenida Beira Mar Norte



Fonte: O autor, 2016.

Nas Viagens com origem a Avenida Beira Mar Norte e destino a Rua João Pio Duarte Silva são previstos ônibus padrão. Na figura 41 tem-se o espaço ocupado pelo ônibus nessa conversão com valores mínimos e máximos de manobrabilidade (Tabela 18).

Figura 41 – Espaço ocupado por um ônibus padrão com origem a Avenida Beira Mar Norte e destino a Rua João Pio Duarte Silva



Fonte: O autor, 2016.

4. RESULTADOS

O estudo comparativo de sistemas de BRT de alta qualidade permite sugerir melhorias ao projeto da PMF que busquem evitar problemas encontrados em outros sistemas além de inserir novas tecnologias. Com isso foram feitas as seguintes alterações: deslocamento da estação em direção à Avenida Beira Mar Norte; adição de bicicletários; reconfiguração do cruzamento; tecnologias.

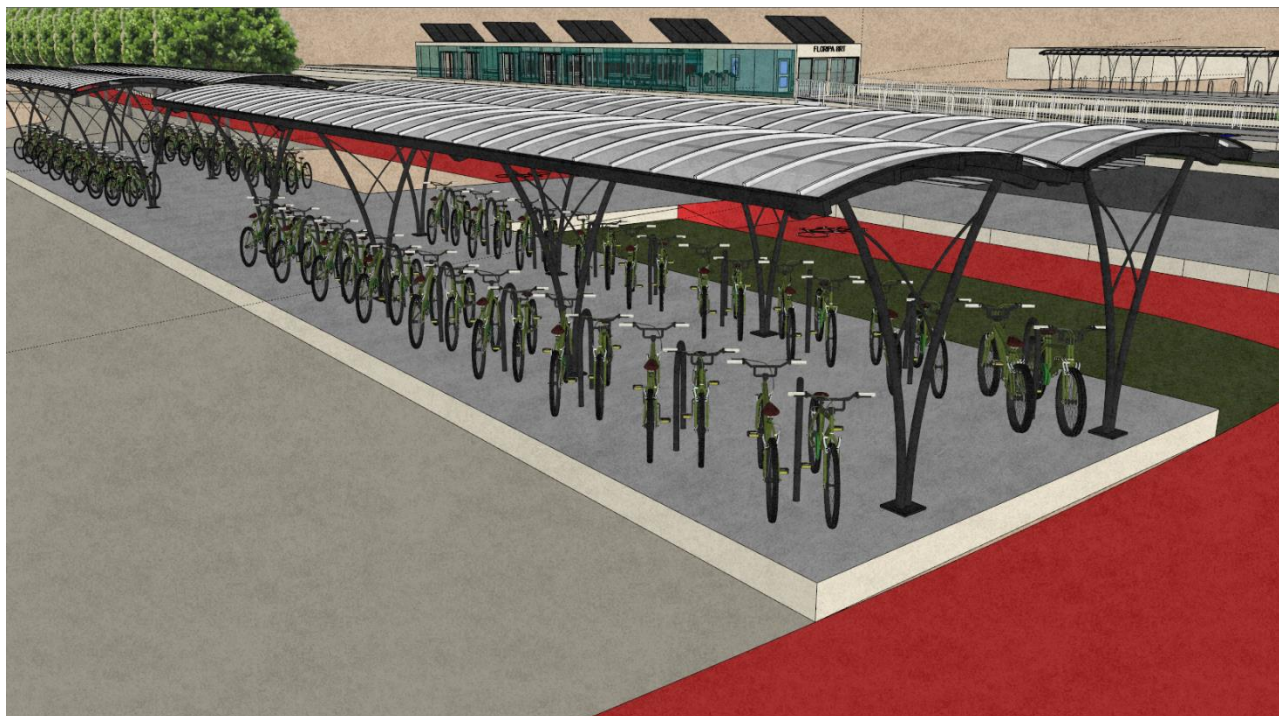
A infraestrutura ciclovária de Florianópolis apresenta uma malha reduzida; descontinuidades; falta de manutenção; além de possuir trechos precários com larguras que dificultam o uso pelo ciclista (MARTINS, 2015). Sua melhoria aliada a um estacionamento seguro incentiva o uso de bicicletas para pequenos e médios deslocamentos até a estação de BRT, complementado com o transporte público (LE MOS, 2015). Na cidade de Florianópolis existe uma alta demanda dos ciclistas por redes integradas de ciclovias, tendo em vista os estímulos da cidade como as competições esportivas dessa modalidade, como o Ironman⁵, além da quantidade de parques, praias e espaços abertos de lazer.

Para o incentivo desse meio de transporte sustentável, foram projetados estacionamentos de bicicletas junto à estação. Para isso utilizaram-se paraciclos posicionados em um ângulo de 45 graus ao lado das calçadas, perto da estação por terem menor custo de implementação; necessitarem apenas de uma estrutura de cobertura; terem capacidade para duas bicicletas, as quais são apoiadas pelo quadro, e não pela roda como no caso do formato escorredor⁶ que deixa a bicicleta instável, além de poder danificá-la (Figura 42).

⁵ Modalidade de triathlon de longas distâncias compreendendo natação, ciclismo e corrida (IRONMAN, 2016).

⁶ Bicicletário com apoio em formato de triângulo fixo ao chão que apoia apenas uma roda da bicicleta.

Figura 42 – Bicicletário ao lado da estação



Fonte: O autor, 2016.

Em um sistema de BRT procura-se maximizar sua velocidade de operação, porém, a fim de priorizar os pedestres são necessárias medidas para tornar a travessia mais segura. Isso se dá por meio de semáforos, passarelas e diferentes desenhos de faixas para pedestres. Como o acesso dos pedestres à estação se dá em uma intersecção que possui controle semafórico, foi escolhido um desenho de travessia de pedestres escalonadas em meia quadra, onde os pedestres no canteiro central estarão sempre de frente para o sentido do tráfego na parte da via que irão atravessar (Figura 43). Esse canteiro central também aumenta a área disponível para os pedestres esperarem caso não consigam atravessar a via em uma fase semafórica (DUDUTA et al, 2015).

Figura 43 – Travessia de pedestres escalonada em meia quadra



Fonte: O autor, 2016.

A estação consegue operar com qualidade tendo apenas uma baia de parada em substituição das duas no projeto da PMF. Com base nos resultados da pesquisa sobredesce o número de passageiros previsto para a estação em horário de pico é de 1903. Levando em consideração que 74% dessa demanda são usuários das linhas 233 e 185, serão utilizados ônibus articulados ou biarticulados para essas linhas e ônibus padrão ou articulado para linhas alimentadoras que integrem na estação não há a necessidade de uma segunda baia.

O embarque e desembarque de um ônibus em uma estação de BRT em nível pode ser feito tanto por alinhamento direto na plataforma ou utilizando uma ponte de embarque. No alinhamento direto é necessário que o veículo fique a uma distância de no máximo 10 centímetros, o que requer um maior comprimento de manobra a uma menor velocidade a fim de garantir a precisão, enquanto ao utilizar uma ponte de embarque o veículo alinha-se a 40 centímetros da plataforma, facilitando a manobra de estacionamento do ônibus e aumentando sua velocidade (WRIGHT; HOOK, 2008). Foi escolhida a ponte de embarque além de portas automáticas para o projeto.

Para garantir acessibilidade na estação serão colocados pisos táteis que garantam autonomia aos que possuem limitação visual; portas de cobrança de tarifa (Figura 44), a qual também pode ser utilizada por outros usuários; avisos sonoros; mapa das linhas e

seus respectivos horários; informações em braile; banheiros para pessoas com mobilidade reduzida.

Figura 44 – Portões de acesso; piso tátil; e cabine de pagamento

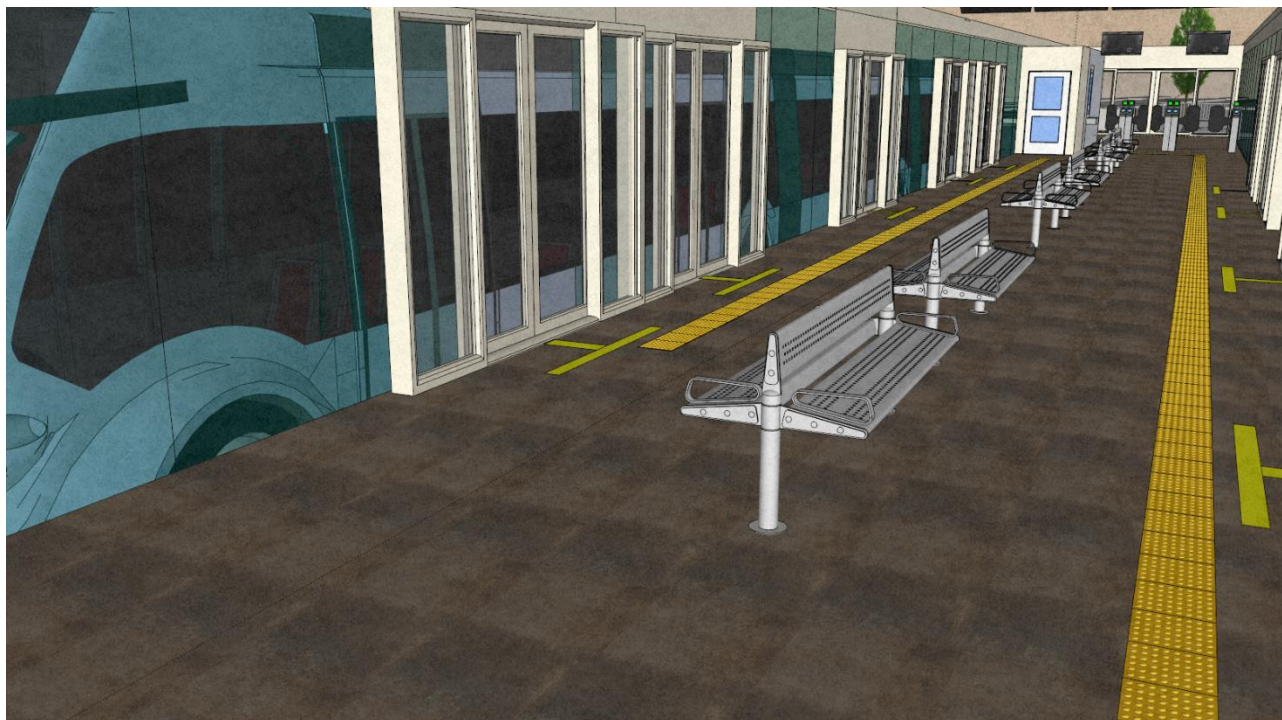


Fonte: O autor, 2016

Os materiais utilizados na estação são selecionados a fim de prover conforto aos usuários, tendo em vista a necessidade de se adequar ao clima local. A cidade de Florianópolis possui um clima subtropical, portanto a estação precisa ser protegida da chuva e do calor intenso no verão. Por isso a escolha de telhas metálicas termoacústicas, que resulta em um ambiente refrigerado e silencioso; dos vidros que permitem grande passagem de luz, barrando o calor e os raios UV.

Na entrada da estação serão utilizados portões de acesso (Figura 44), uma das portas com 1,2 metros, que são mais inclusivos ao permitir que pessoas com mobilidade reduzida tenham mais autonomia ao entrar na estação. Apesar da frequência de linhas ser alta foram colocados bancos metálicos para aumentar o conforto do passageiro ao esperar um ônibus. Para agilizar o embarque e desembarque na estação são utilizadas portas automáticas com 1,5 metro de largura, o que acarreta em uma diminuição no tempo de parada do ônibus na estação (Figura 45).

Figura 45 – Portas automáticas e bancos



Fonte: O autor, 2016.

O uso de tecnologias como o *Global Positioning System* (GPS) facilita a interação do usuário com a estação além de proporcionar segurança e comodidade. Os ônibus do sistema de BRT serão equipados com GPS para determinar sua posição em tempo real, além de controlar os intervalos entre veículos e horário de chegada nas estações. De posse dessa tecnologia o centro de controle operacional pode comandar os movimentos dos veículos para evitar aglomerações, além de responder rapidamente a possíveis problemas e emergências (WRIGHT; HOOK, 2008).

Um painel de mensagens que transmita informações pertinentes e precisas sobre horários de chegada, tempo de espera, além das linhas que integrar na estação (WRIGHT; HOOK, 2008). Essas informações não devem ser apenas visuais, como também auditivas. Eles devem estar localizados anterior ao acesso à estação, a fim de evitar que usuário precise entrar na estação para saber quais linhas operam nela, no interior da estação e dentro dos ônibus.

Painéis solares fotovoltaicos são uma alternativa sustentável para a redução do custo energético da estação. Seu uso será encorajado nesse projeto, com painéis na cobertura da estação e do bicicletário que possam atender uma parte da demanda energética.

5. CONSIDERAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Grande Florianópolis tem sofrido com congestionamentos e falta de mobilidade em suas vias. O projeto de implementação do sistema de BRT propõe modificar a relação dos cidadãos com a cidade, não só ajudando a aliviar esses congestionamentos como também ampliar as possibilidades de deslocamentos. Nesse projeto é prevista a duplicação da Rua Deputado Antônio Edu Vieira, necessária para implementação de um corredor exclusivo de ônibus. Um dos pontos problemáticos dessa rua é o cruzamento que liga as ruas Delfino Conti e João Pio Duarte Silva, o qual será agravado no projeto da PMF, que não resolve o problema das conversões e causa aumento nas distâncias percorridas.

Com bicicletários no entorno da estação passageiros com origem em médias e curtas distâncias poderiam, ao invés de realizar o trajeto a pé o qual é mais lento, se deslocar por bicicletas com continuação do trajeto por ônibus. Isso é uma medida que auxilia na atração de usuários para o transporte coletivo, ao proteger as bicicletas de intempéries em um espaço coberto e promover maior rapidez nas viagens ao integrar com a estação.

A melhoria da qualidade de vida na Grande Florianópolis perpassa a forma como os cidadãos interagem com os meios de transporte. As políticas públicas de mobilidade, para que sejam democráticas, precisam priorizar o transporte público em detrimento do individual e o transporte ativo em detrimento do automóvel. Aliado a isso, devem ser pensados nos aspectos urbanísticos e de uso do solo, ao estimular as pessoas a realizar parte de seu trajeto a pé ou de bicicleta, harmonizando a convivência com o meio.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão do autor, de modo a aproximar a comunidade da elaboração desse sistema de transporte coletivo, é indicada uma competição aberta para a criação de um aplicativo do sistema de BRT com informações pertinentes ao usuário e também possua as seguintes características: seja de fácil leitura; informações de forma clara e concisa; compatível com todos os sistemas operacionais; interativo com o usuário (onde o usuário pode colocar avisos sobre atrasos e outros problemas); localização de todas as linhas de ônibus em tempo real.

Por conta da implementação de um corredor de BRT na Rua Deputado Antônio Edu Vieira ser uma obra de grande porte é necessário o estudo dos impactos sociais avindos dela. Para isso pode ser feito um estudo sobre o processo de gentrificação e especulação imobiliária por conta das melhorias na infraestrutura viária na região.

ANEXOS

Anexo 1: Contagem Sobe-Desce em Pontos no entorno do campus da UFSC Trindade.

NOME:	DATA:	
PONTO DE ÔNIBUS:	PERÍODO:	

Nº da Linha:	Hora Chegada:	Tempo de Permanência:
Embarques:	Desembarques P1:	Desembarques P2:

Nº da Linha:	Hora Chegada:	Hora Saída:
Embarques:	Desembarques P1:	Desembarques P2:

Nº da Linha:	Hora Chegada:	Hora Saída:
Embarques:	Desembarques P1:	Desembarques P2:

Nº da Linha:	Hora Chegada:	Hora Saída:
Embarques:	Desembarques P1:	Desembarques P2:

Fonte: Observatório de mobilidade urbana da UFSC, 2016.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa Nº 482**. 17 de abril de 2012. Disponível em <<http://goo.gl/XZxiSc>>. Acesso em maio de 2016.

AHMADI. **Human oriented package of BRT station design, a sustainable approach**. Teêra: Advances in environmental biology, p. 161-167, out. 2014.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS. **Conceitos e elementos de custos de sistemas de BRT**. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.fetranspordocs.com.br/downloads/27ConceitosBRT.pdf>>. Acesso em outubro de 2016.

BICYCLE DUTH. Disponível em<<https://bicycledutch.wordpress.com/2015/06/02/bicycle-parking-at-delft-central-station/>>. Acesso em outubro de 2016.

BENEDET, R. et al. **O desafio da mobilidade urbana**: estudos estratégicos. 7 ed. Brasília: Edições Câmara, 2015.

BRANCO, SORAIA. **Estudo e aplicação de sistemas BRT– bus rapid transit**. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2013.

BRASIL. Lei n. 12.587 de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana.

BRASIL. Lei n. 13.089 de 12 de janeiro de 2015. Institui o Estatuto da Metrópole, altera a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 13 jan. 2015. Seção 1, p.02-03.

CARRIGAN, A.; HIDALGO, D. **Modernizing public transportation**. Washington: World Resources Institute, 2010.

CARVALHO, C. H.; PEREIRA, R. H. M. **Comunicado do IPEA nº 161**: Indicadores de mobilidade urbana da PNAD 2012. Brasília: IPEA, 2013.

CHILA, E.; *et al.* **Design and assessment of BRT stations**. 2012.

CONSÓRCIO FENIX. Disponível em: <<http://www.consorciofenix.com.br/>>. Acesso em novembro de 2016.

_____. **185 - UFSC Semidireto**. Disponível em: <<http://www.consorciofenix.com.br/horarios/ufsc-semidireto,185#mapa>>. Acesso em novembro de 2016.

_____. **233 – TICAN – TITRI via UFSC.** Disponível em: <<http://www.consortiofenix.com.br/horarios/tican-titri-via-ufsc,233#mapa>>. Acesso em novembro de 2016.

CYCLESafe. **Quad Hi-Density Bike Rack.** Disponível em <<http://cyclesafe.com/bike-racks/hi-density-bike-racks/>>. Acesso em novembro de 2016.

DENG, T.; NELSON, J. D. **Recent developments in bus rapid transit:** a review of the literature, transport reviews. A Transnational Transdisciplinary Journal, vol. 31, nº 1, 2011, p. 69-96.

Departamento nacional de trânsito. **Frota de veículos de junho de 2016.** Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/index.php/estatistica/261-frota-2016>>. Acesso em outubro de 2016.

_____. **Frota de veículos de junho de 2006.** Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/index.php/estatistica/237-frota-veiculos>>. Acesso em outubro de 2016.

DUDUTA, N.; *et al.* **Segurança viária em corredores de ônibus:** Diretrizes para integrar segurança viária ao planejamento, projeto e operação de sistemas de BRT, corredores e faixas de ônibus. EMBRARQ, 2015.

European Council, 2006. **Renewed EU sustainable development strategy.** Disponível em <<https://goo.gl/wvgmBx>>. Acesso em outubro de 2016.

Global BRT Data. Disponível em: <Brtdata.org>. Acesso em outubro de 2016.

GOOGLE MAPS. **Av. Sete de Setembro, Curitiba, Paraná.** 2016. Street View de janeiro da estação Praça Oswaldo Cruz. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@-25.4411834,-49.2757407,3a,75y,309.68h,84.3t/data=!3m6!1e1!3m4!1s90IUWgiMApPLfUTS3avVsQ!2e0!7i13312!8i6656>>. Acesso em novembro de 2016.

GOOGLE EARTH. **R. Dep. Antônio Edu Vieira, Florianópolis, Santa Catarina.** Disponível em <<https://www.google.com.br/maps/place/R.+Dep.+Ant%C3%B4nio+Edu+Vieira,+Florian%C3%B3polis+-+SC/@-27.6032528,-48.5190165,830m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x952739a8d4733b33:0x6920ba84ecf04e51!8m2!3d-27.6032528!4d-48.5171769!6m1!1e1>>. Acesso em novembro de 2016.

FEDERAL TRANSIT ADMINISTRATION. Office of Research, Demonstration and Innovation. **Characteristics of bus rapid transit for decision-making.** Washington, 2009. Disponível em: <<http://www.nbrti.org/docs/pdf/High%20Res%20CBRT%202009%20Update.pdf>>. Acesso em outubro de 2016.

HINEBAUGH, Dennis. **Characteristics of bus rapid transit for decision-making.** Tampa: Federal Transit Administration, 2009.

IBGE. Disponível em < <http://cod.ibge.gov.br/4J6>>. Acesso em novembro de 2016.

IRON MAN. Disponível em: <<http://www.ironman.com/>>. Acesso em novembro de 2016.

ITDP-China. **Yichang**. 2015. Disponível em: <<http://www.itdp-china.org/photo/picid/?picid=13880&lang=1>>. Acesso em novembro de 2016.

JAISWAL, S.; BUNKER, J.; FERREIRA, L. **Influence of platform walking on brt station bus dwell time estimation: Australian analysis**. Pittsburgh: Journal of Transportation Engineering, 2010.

KARLSSON, M.; NIKITAS, A. **A Worldwide State-of-the-Art Analysis for Bus Rapid Transit:**

Looking for the Success Formula. Journal of Public Transportation, vol. 18, nº 1, 2015.

LE MOS, M. E. L. **Análise da infraestrutura ciclovária para implantação de um sistema de aluguel de bicicletas na cidade de Florianópolis/sc**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.

LEVINSON, H. et al. **Tcrp report 90: Bus rapid transit: volume 2 – implementation guidelines**. Washington: Federal Transit Administration in Cooperation with the Transit Development Corporation, 2003.

LINDAU, A. L.; *et al.* **Curitiba, the cradle of bus rapid transit**. Built Environment, vol. 36, nº 3, 13 de outubro, 2010, p. 274-282.

_____. **Bus rapid transit: synthesis of case studies**. Washington: Transportation research board, 2003.

MARTINS, W. *et al.* **Plamus - plano de mobilidade urbana sustentável da grande florianópolis**: Produto 19: relatório final - consolidação das propostas e plano de implementação. Florianópolis: Consórcio Logit Engenharia Consultiva, Strategy & e Machado Meyer Sendacz Opice Advogados, 2015.

MRBCONSULTORIA. **Ziulkoski participa de audiência da cae, e faz avaliação sobre incentivos ao transporte**. Disponível em: <<http://mrbcconsultoria.com/ziulkoski-participa-de-audiencia-da-cae-e-faz-avaliacao-sobre-incentivos-ao-transporte/>>. Acesso em outubro de 2016.

PLAMUS, 2014. **IIIª Circunferência de Mobilidade Urbana de Florianópolis, Dia Mundial sem Carro, Divulgação Preliminar dos Resultados das Pesquisas, Parte I – Visão Geral**. Florianópolis, 22 de setembro de 2014.

PMF. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/03_06_2016_13.58.38.66f939424f55323bc538707b5761ea63.pdf>. Acesso em novembro de 2016.

Prefeitura de Florianópolis. Projetos de mobilidade urbana: Floripa BRT. Secretaria de Obras. Anel Viário para Corredor de Transporte Coletivo. **Projeto Conceitual BRT: Integração Anel Viário Norte/Sul**, 2016.

PROSUL. **Projeto de mobilidade urbana**. Florianópolis: Secretaria de Obras, 2015.

REA, L. M.; PARKER, R. A. **Metodologia de pesquisa**: do planejamento à execução. São Paulo: Pioneira, 2000.

Rio. Disponível em <www.rio.rj.gov.br/web/smu/exibeconteudo?id=4251751>. Acesso em novembro de 2016.

SIGSC. Disponível em: <<http://sigsc.sds.sc.gov.br/>>. Acesso em novembro de 2016.

SPTTrans. **Manual dos Padrões Técnicos de Veículos**. Disponível em: <http://ww2.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/secretarias/transportes/manuais/Manual_resumido_2007_junho28.pdf>. Acesso em novembro de 2016.

StreetMix. Disponível em: <<http://streetmix.net/>>. Acesso em novembro de 2016.

SUGAI, Maria Inês. **Ações do poder público na produção da Segregação espacial urbana**. Florianópolis, SC, 2012.

SUSTAINABLE TRANSPORT AWARD. **Winners**: 2016, Yichang, China. Disponível em: <<http://staward.org/winners/>>. Acesso em outubro de 2016.

TRANSFORT. **Bikes and Buses**. Disponível em <<http://www.ridetransfort.com/bikes-max>>. Acesso em novembro de 2016.

TRANSPORTE ATIVO. **Bicicletários**. Disponível em: <<http://transporteativo.org.br/wp/banco-de-dados/bicicletarios/#>>. Acesso em novembro de 2016.

TRISOTO, F. **Após 40 anos, BRT dá sinais de cansaço em Curitiba**. 2014. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/apos-40-anos-brt-da-sinais-de-cansaco-em-curitiba-ebd0v31ocoigpl8fb7l6qxa32>>. Acesso em outubro de 2016.

WRIGHT, Lloyd; HOOK, Walter (Org.). **Manual de BRT**. Brasília: BRASIL. Ministério das Cidades. Esplanada dos Ministérios.